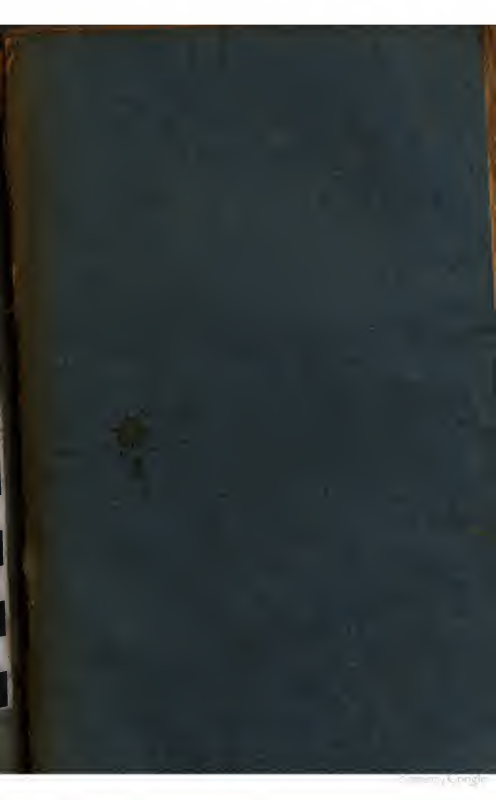
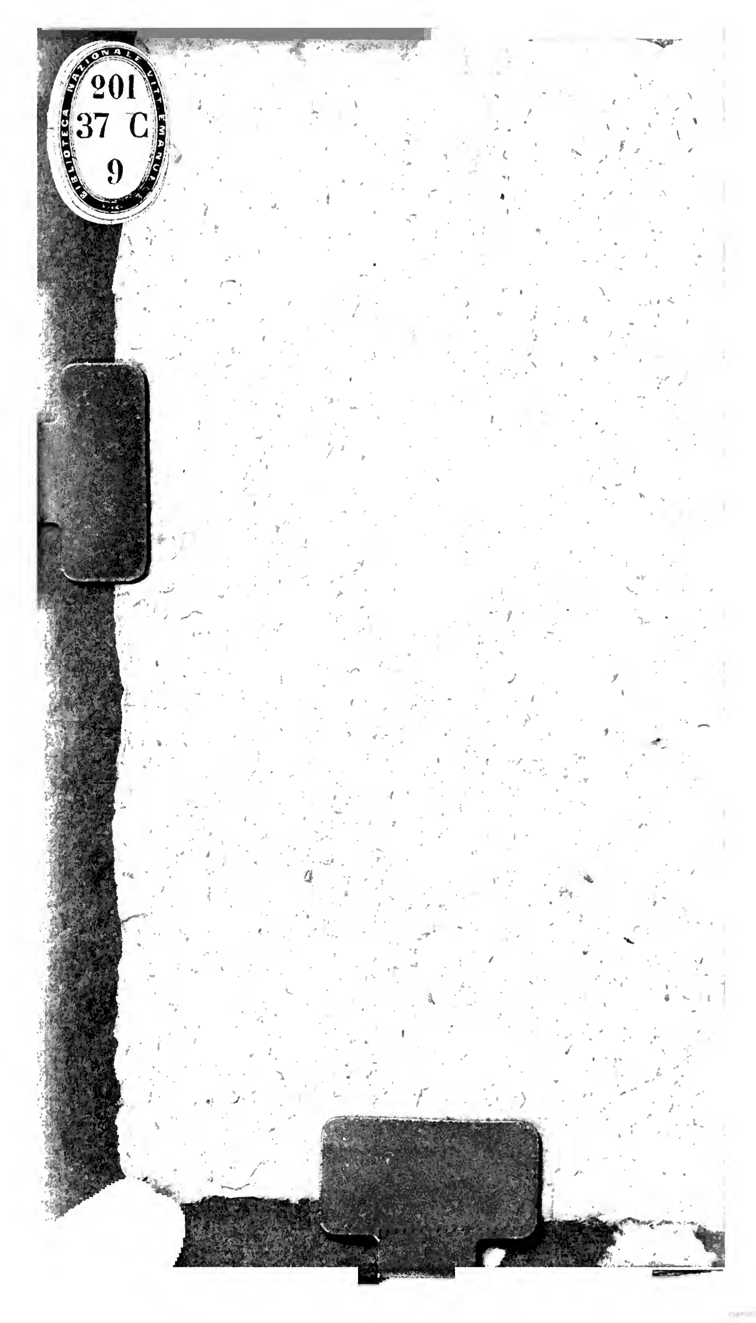



BIBLIOTECA NAZIONALE VITT EMANUEL
201
37 C
9

HISTOIRE
PHILOSOPHIQUE
DES PROGRÈS
DE LA PHYSIQUE.
TOME II.

HISTOIRE PHILOSOPHIQUE DES PROGRÈS DE LA PHYSIQUE,

PAR A. LIBES.

L'histoire du monde sans l'histoire des sciences
est comme la statue de Polyphème, sans œil.
Le Chancelier BACON.

TOME SECOND.

PARIS,

Chez L'AUTEUR, rue Mêlée, n° 45;
COURCIER, Imprimeur-Libr., quai des Augustins, n° 57;
MICHAUD, frères, rue des Bons-Enfans, n° 34;

ET A LA HAYE,

Chez IMMERZEEL et Compagnie, Libraires.

1810.



HISTOIRE
PHILOSOPHIQUE
DES PROGRÈS
DE LA PHYSIQUE.

LIVRE II.

Histoire philosophique des Progrès de la Physique depuis Descartes jusqu'à Newton.

CHAPITRE PREMIER.

Tableau des Progrès de la Physique entre les mains de Descartes.

§ Ier.

Le tableau tracé dans le livre qui précède, nous montre la Physique quittant l'Egypte, où elle a pris naissance, pour se transplanter dans

la Grèce. Thalès, Platon, Aristote, Pythagore, les plus beaux génies de ces riantes contrées, font d'inutiles efforts pour fortifier son enfance. Ils ne lui offrent pour aliment que des conceptions fabuleuses, qui préparent sa décadence. Archimède, Hipparque et Ptolémée la raniment; le premier dans l'école de Syracuse, par la découverte de plusieurs lois importantes de la nature; les derniers, dans l'école d'Alexandrie, par une longue suite d'intéressantes observations. Mais bientôt des circonstances malheureuses la forcent d'abandonner Alexandrie. Elle accepte dans l'Arabie une retraite qui, quoique paisible, est peu favorable à son accroissement. Les Arabes, dépourvus de génie, bornent leurs soins à accréditer et à répandre les vieilles erreurs d'Aristote. Roger Bacon, dans le treizième siècle, et Copernic, dans le seizième, font de louables efforts pour les détruire; mais, malgré le vœu de la raison, le Péripatétisme triomphant continue à exercer sur les esprits un empire tyrannique, et les écoles ne cessent de retentir de ses dogmes ridicules.

§ II.

Tel étoit l'état de la Physique à l'époque de l'apparition de Descartes (1). Ce grand homme montra, pour ainsi dire, au berceau, un desir brûlant de connoître la nature; et surtout cette noble indépendance qui caractérise le génie. A peine eut-il terminé ses premières études, qu'il sentit toute la frivolité de la doctrine des écoles. Il résolut d'oublier ce qu'il avoit appris, de reconstruire l'édifice de ses connoissances, et de briser d'une main hardie le joug du Péripatétisme qui dégradoit l'esprit humain. Une méthode qui permet, qui commande même le doute, jusqu'à ce que la vérité se montre environnée des caractères sacrés qui la distinguent: tel est le moyen que Descartes employa pour assurer le succès de l'entreprise. Cette méthode simple et lumineuse, lui valut la conquête de tous les bons esprits. Les routes incertaines et

(1) René Descartes, né à la Haye en Touraine, le 31 mars 1596, mourut en 1650, à la cour de la reine Christine.

obscures qui depuis long-temps égaroient les Physiciens, furent généralement abandonnées. Descartes (1) s'en fraya de nouvelles, et les parcourut avec rapidité, suivi d'un cortége nombreux d'admirateurs et de disciples. Mais une imagination sans frein lui fit trop souvent abandonner son guide; et cet abandon détermina des chutes qui ont imprimé des taches durables à sa gloire.

§ III.

Tous les corps ont une tendance naturelle à conserver l'état où ils se trouvent. Il faut une impulsion étrangère pour les arracher au repos; et quand ils sont en mouvement, ils ne peuvent d'eux-mêmes altérer, ni leur direction, ni leur vitesse. Descartes a reconnu le premier ces lois de la nature; et il en a proclamé l'existence dans son livre des Principes (2).

Cette découverte, jointe à celle de la force qui sollicite les corps à s'éloigner du centre du mouvement, quand ils se meuvent dans des

---

(1) *Voyez* la note première du deuxième livre.

(2) *Principia Philosophiæ, pag.* 54, 55.

courbes, fait sans doute beaucoup d'honneur à son auteur. Mais on ne peut le voir sans surprise, emprunter les secours d'une fausse métaphysique, pour établir sur l'immutabilité divine des lois dont des expériences sans nombre attestent si hautement l'existence. Tout corps ne prend-il point un mouvement rectiligne; et ne continue-t-il point à se mouvoir avec la même vitesse, s'il ne rencontre aucun obstacle? Un pendule oscille pendant vingt-quatre heures dans le fluide de l'air : son mouvement s'altère plus promptement dans l'eau; et il s'éteint presque subitement dans le mercure, tandis que sa durée est très-longue dans le vide de la machine pneumatique. Enfin un corps pesant, attaché à l'extrémité d'une corde qu'on fait mouvoir circulairement, n'agit-il point sensiblement sur la main située au centre du mouvement; et la résistance qu'il faut lui opposer, n'annonce-t-elle pas l'existence de la force centrifuge qui sollicite son éloignement?

§ IV.

La connoissance des lois de l'inertie devoit naturellement conduire Descartes à celle des lois de la communication du mouvement. Il

manqua néanmoins presqu'entièrement cette importante découverte.

« Dieu, dit Descartes (1), a créé le monde » avec une certaine quantité de mouvement; » et son immutabilité commande qu'il en con- » serve toujours la même quantité. L'opposi- » tion des directions, continue ce philosophe, » n'entraîne jamais l'opposition des mouve- » mens : il suffit donc qu'un corps rencontre » sur sa route un obstacle insurmontable, pour » qu'il se relève en sens contraire avec la même » vitesse. » Enfin il existe, suivant Descartes, dans un corps quelconque, une force qui détermine sa permanence dans l'état où il est, de mouvement ou de repos.

L'expérience atteste la fausseté des deux premiers principes (2); et le troisième prouve que Descartes n'attachoit point une idée juste à ce mot *force*. La force est une modification de la matière : nous ne connoissons point sa nature ; mais nous connoissons sa mesure et ses effets (3).

---

(1) *Principia Philosophiæ*, *pag*. 53.

(2) *Voyez* la note 2 du deuxième livre.

(3) La force d'un corps se compose de sa vitesse combinée avec sa masse.

Elle soulève des poids, met en jeu des ressorts, fait parcourir des espaces. Toujours elle engendre le mouvement, ou tend du moins à le produire. Elle donne une sorte de vie aux êtres inanimés, mais jamais elle ne les sollicite au repos, qui est un état de mort pour la nature.

Ces trois principes de Descartes portent donc visiblement l'empreinte de la fausseté. Les conséquences qu'il en tira le conduisirent à établir les lois du choc, pour des corps qui jouiroient d'une parfaite dureté. J'en renvoie l'examen dans une note particulière (1). Ici je me borne à dire que sur cinq lois proposées par Descartes, il en est quatre qui ne peuvent résister à l'épreuve de la réflexion. Le hasard seul lui a fait rencontrer la vérité dans la cinquième; et cela n'a rien qui puisse exciter de la surprise. Doué d'une imagination ardente, Descartes étoit fécond en conceptions; et l'amour de la paternité, joint au desir d'une gloire trop précoce, l'empêchoit de les soumettre à l'expérience, pour les confirmer ou les détruire.

(1) *Voyez* la note 3 du deuxième livre.

§ V.

Les Physiciens de la plus haute antiquité avoient reconnu l'existence des corps célestes, déterminé leur forme, calculé les distances qui les séparent, apprécié avec quelque exactitude les mouvemens qui les animent, soupçonné leur véritable disposition, que Copernic a ensuite établie sur des preuves rigoureuses. Mais aucun, avant le dix-septième siècle, n'avoit tenté d'arracher à la nature le secret du mécanisme planétaire. L'honneur de cette hardie entreprise étoit réservé à Descartes.

Pour y réussir, il se met à la place où étoit la nature avant la formation de l'univers, et se donne ainsi le spectacle d'une création. Déjà une multitude innombrable de molécules de matière reposent dans l'immensité de l'espace. Toutes jouissent d'une extrême dureté; et leur forme, infiniment variée, s'oppose victorieusement à l'existence du vide.

Dieu imprime à ces molécules une force qui les transporte dans l'espace, et les anime en même temps d'un mouvement de rotation. Il

leur commande de conserver leur figure, leur masse, leur état de repos ou leur état de mouvement avec la direction rectiligne, à moins qu'un obstacle invincible ne nécessite un changement. Il veut qu'elles partagent leur mouvement avec celles qui, se présentant sur leur route, sont animées d'une vîtesse moindre; et qu'elles en reçoivent de celles qui les poursuivront avec une vîtesse plus grande. Tel est le chaos d'où Descartes voit sortir un monde parfaitement semblable à celui dont le spectacle, quoiqu'habituel, nous saisit chaque jour d'admiration et de surprise.

Les molécules de matière, animées de différentes vîtesses, s'entrechoquent dans leur course rapide; ce qui détermine la rupture de leurs extrémités anguleuses. La poussière la plus fine qui en résulte pénètre les pores, remplit les interstices, sert à la formation du soleil et des étoiles, et devient ainsi, par son excessive ténuité, le grand agent de l'univers. Les molécules usées et arrondies par le frottement, constituent le fluide qui nous fait jouir du spectacle de l'univers. Enfin, les débris les plus grossiers de la fracture, forment cette espèce de matière dont se composent les planètes.

Ces divers élémens, mus dans l'immensité de l'espace, s'opposent une résistance réciproque; et c'est cette résistance qui, nécessitant à chaque instant un changement de direction, détermine leur mouvement dans des courbes circulaires. Ils marchent par tourbillons, sans perdre néanmoins leur tendance naturelle pour la direction rectiligne.

Le système planétaire n'est donc, suivant Descartes, qu'un immense tourbillon, dont le centre est occupé par le soleil. Ce tourbillon se compose de différens tourbillons animés de différentes vitesses. Ils emportent les planètes qui y sont plongées. Celles qui ont des satellites sont situées au centre d'un tourbillon plus petit, qui nage dans le grand, et dans lequel sont plongés ces astres secondaires. Leur mouvement s'effectue suivant les mêmes lois qui règlent celui des planètes principales autour de l'astre qui nous éclaire.

Tel est le tableau abrégé du système céleste de Descartes. Il a eu, à l'époque de son origine, des partisans nombreux, peut-être même des admirateurs enthousiastes. Mais ces transports d'admiration se sont évanouis du moment que,

dociles à suivre la méthode de Descartes, les Physiciens ont voulu comparer sa brillante hypothèse aux phénomènes donnés par l'observation, et aux lois de la résistance des fluides, dont l'expérience ne permet pas de révoquer en doute l'existence.

1°. Comment concilier, avec le système qui nous occupe, l'ellipticité des orbes planétaires? Descartes l'attribue à la compression des tourbillons voisins. Mais dans cette hypothèse, tous les orbes planétaires s'alongeroient dans le même sens; le soleil occuperoit leur centre; la matière céleste, circulant vers ce point, ressentiroit moins que toute autre, l'influence de cette compression; et conséquemment l'orbite de Mercure seroit la moins excentrique de toutes, ce qui est contraire à l'observation.

2°. Le mouvement des planètes et des comètes, dont l'origine va se perdre dans l'obscurité ténébreuse des premiers âges, n'a souffert encore aucune altération sensible : ces astres se meuvent donc dans le vide, ou du moins dans un fluide qui ne leur oppose point de résistance. Un fluide qui ne résiste pas, n'est

capable d'aucune action. Comment pourroit-il servir à imprimer aux planètes le mouvement qui les anime?

§ VI.

La nature céleste et la nature terrestre sont étroitement liées par des rapports dont aucun Physicien, avant Descartes, n'avoit soupçonné l'existence. Le premier, il a eu la hardiesse de vouloir ramener à une loi unique les phénomènes du ciel et les phénomènes de la terre; et, quoiqu'il se soit trompé sur la cause qui les fait naître, cette idée d'unité de vues, de simplicité de moyens, atteste hautement la supériorité de son génie. La force centrifuge lui avoit paru donner naissance aux mouvemens célestes : la même force lui paroît produire les mouvemens des corps terrestres. Ils sont sans cesse plongés dans un bain de matière éthérée. Les molécules de ce fluide, sollicitées à s'éloigner, en vertu de la force centrifuge qui les anime, se divisent, se détournent, s'échappent; et les corps dont la force centrifuge est beaucoup moindre, descendent pour prendre leur place. Les corps ne sont donc pesans, suivant Descartes, que parce que des corps plus légers

les environnent. Ils tombent, parce que les autres s'élèvent.

Cette explication ingénieuse, séduisante même, dans un temps où le phénomène de la pesanteur étoit enveloppé d'une profonde obscurité, n'a pu résister long-temps à l'épreuve de la réflexion. Comment refuser aux corps terrestres, faisant masse avec la terre animée d'un mouvement de rotation, cette force qui toujours accompagne le mouvement circulaire? D'ailleurs, l'effort centrifuge des portions du fluide, situées dans les parallèles à l'équateur, ne peut se faire que dans le sens des rayons de ces parallèles : cette espèce de réaction qui, suivant Descartes, engendre la pesanteur, doit donc avoir la même direction; et conséquemment un corps terrestre, situé partout ailleurs que dans l'équateur, devroit tendre vers l'axe et non vers le centre de la terre.

§ VII.

Descartes est si convaincu de cette identité de causes employées par la nature dans la production des phénomènes, qu'il croit sans cesse retrouver sur la terre les agens que son imagi-

nation lui a fait voir dans les cieux. Les molécules dont la terre se compose sont douées d'une forme très-variée et d'une ténuité excessive, sans perdre la divisibilité qui toujours accompagne la matière. Celles qui sont longues, unies, glissantes, se joignent et s'entrelacent sans jamais pouvoir s'accrocher : elles constituent les liquides. Les autres, dont la surface est inégale et la forme très-irrégulière, ne peuvent s'entrelacer sans s'unir plus ou moins étroitement : elles composent les solides. Lorsque la matière subtile environnante communique à ces molécules l'agitation qui lui est propre, elles deviennent feu ; elles se changent en air si elles sont animées du mouvement qui distingue la matière globuleuse : c'est elle qui, empêchant leur réunion, fait naître l'élasticité qui distingue les fluides aériformes (1).

Les plus petites parties des corps sont sans cesse agitées par le fluide subtil qui les pénètre. Si par une cause quelconque cette agitation augmente ou diminue, ils excitent sur nos organes des impressions plus ou moins vives donnant naissance aux sensations de chaleur ou de froid que nous fait éprouver leur présence.

(1) Descart., Météor. Disc. 1, 2, 3.

Ces explications parurent plausibles à l'époque de leur publication ; elles joignoient au charme de la nouveauté l'avantage d'offrir à l'esprit une nourriture plus substantielle que la doctrine d'Aristote ; elles se répandirent avec célérité, et furent embrassées avec transport dans les écoles. Elles y ont régné long-temps sous les yeux même de Descartes : elles y domineroient peut-être encore ; mais l'empire de l'erreur a un terme qu'il n'est point possible de franchir : le règne de la vérité jouit seul du privilége d'être éternel et immuable.

§ VIII.

L'Arabie a produit l'algèbre, la Grèce la géométrie, et la France a vu naître de la combinaison de ces deux sciences, une science nouvelle, qui est un des plus beaux ouvrages de Descartes, un des fondemens les plus solides de sa gloire. Le succès de cette entreprise lui inspira l'idée heureuse d'unir la géométrie à la Physique. Cette union, dirigée par le génie, s'effectue avec célérité : elle enfante une Physique nouvelle, ou plutôt, pour m'exprimer avec plus d'exactitude, Descartes met

entre les mains du Physicien un instrument nouveau, et lui montre, dans l'explication qu'il donne des phénomènes de la lucidité, la manière de le manier avec adresse, de l'employer avec succès.

L'univers est rempli, suivant Descartes, d'un fluide moins délié que la matière subtile, et dont les molécules jouissent de la forme sphérique et d'une parfaite dureté. Il existe donc entre le soleil ou un corps lucide quelconque, et l'œil du spectateur, une file non interrompue de globules tout-à-fait inflexibles. Le soleil exerce son action sur les globules qui l'avoisinent, et cette action se transmet, dans un instant indivisible, jusqu'à l'organe de la vision, pour y exciter la sensation de la lumière.

Cette hypothèse est simple et naturelle ; elle fut accueillie avec enthousiasme dans un temps où Roëmer n'avoit pas encore prouvé, par des observations exactes, que la lumière emploie huit minutes pour parcourir l'espace qui nous sépare du soleil. Mais à peine ce Physicien eut annoncé sa découverte, que les disciples de Descartes s'empressèrent de modifier la doctrine de leur maître, en accordant l'élasticité

aux

aux globules destinés à nous transmettre l'action du corps lucide.

Si cette nouvelle hypothèse étoit vraie, les habitans de la terre ne seroient jamais plongés dans les ténèbres de la nuit; car, d'après une loi bien connue, lorsqu'un fluide renfermé dans un vase est pressé d'un côté, cette pression se communique à toutes les molécules, suivant toutes sortes de directions; et il en résulte que si le fluide lumineux étoit répandu dans l'espace qui embrasse l'univers, du moment que le soleil exerceroit son action sur ce fluide, elle se transmettroit en tous sens avec la même force : nous jouirions donc de la lumière lors même que le soleil seroit dans les points de sa course les plus distans sous l'horizon.

§ IX.

La lumière passant obliquement d'un milieu dans un autre plus ou moins dense, change sa route : elle s'approche ou s'éloigne, suivant les circonstances, de la perpendiculaire à la surface qui sépare les milieux. Ce phénomène étoit connu depuis long-temps; mais la loi de la ré-

fraction de la lumière étoit étrangère aux Physiciens avant le commencement du dix-septième siècle; et c'est à un Physicien hollandais (1), nommé Snellius, qu'est dû l'honneur de cette découverte. Il établit que l'angle de réfraction étoit à l'angle d'incidence comme sont entre elles les longueurs des rayons incidens et rompus, coupés par des parallèles également distantes de la surface réfringente. Il trouva que dans un même milieu ce rapport étoit constant, quelle que fût l'inclinaison des rayons. En passant de l'air dans l'eau, c'est toujours le rapport de 4 à 3; de l'air dans le verre, toujours celui de 3 à 2.

Une mort prématurée empêcha probablement Snellius de publier l'ouvrage qui renfermoit sa découverte : elle transpira néanmoins avant Descartes. Vossius rapporte que le professeur Hortensius l'avoit enseignée publiquement dans son école; et Huyghens, disciple de

(1) Snellius, né en 1591, mourut en 1626. Il étoit professeur de mathématiques dans l'université de Leyde. Outre la découverte de la loi de la réfraction, on lui doit la première mesure exacte de la terre, et divers ouvrages imprimés.

Descartes, assure que son maître avoit eu connoissance du manuscrit de Snellius.

S'il est vrai que Descartes ait été prévenu dans la découverte de la loi de la réfraction, on ne peut du moins lui disputer l'honneur de l'avoir publiée le premier, de l'avoir présentée sous une forme plus commode, et d'en avoir donné la première explication.

Snellius fait consister la loi de la réfraction de la lumière dans le rapport constant des longueurs des rayons incidens et rompus, coupés par des parallèles également distantes de la surface réfringente. Cette loi consiste, suivant Descartes, dans le rapport constant du sinus d'incidence au sinus de réfraction. Snellius établit sur l'expérience l'existence de cette loi : Descartes la présente comme un résultat de ses recherches sur la nature de la réflexion et de la réfraction.

Un rayon lumineux, dit Descartes, éprouve dans sa réflexion ce qu'éprouve une balle parfaitement dure lancée contre un plan inébranlable. Si l'incidence est oblique, sa force se décompose en deux, l'une parallèle et l'autre perpendiculaire à la surface. La première n'éprouve aucune altération; elle subsiste comme

celle d'un corps qui rouleroit sur cette surface ; la force perpendiculaire n'est point détruite, puisque la balle ne peut communiquer de mouvement, et que d'ailleurs il n'y a jamais de mouvement perdu dans la nature. La force perpendiculaire et la force parallèle se recomposent ; et la balle, au moment du choc même, se relève sous un angle de réflexion égal à l'angle d'incidence.

Pour expliquer le phénomène de la réfraction, Descartes observe que la lumière paroît se mouvoir dans le verre et l'eau avec plus de facilité que dans l'air, puisqu'elle s'infléchit en y entrant, comme si elle vouloit arriver plutôt au terme de sa course : il semble donc qu'au moment du passage il y ait augmentation de vitesse. Il suppose que lorsque la lumière touche la surface réfringente, elle reçoit une nouvelle action. Il l'attribue entièrement au sens perpendiculaire ; et, comme d'après l'explication du phénomène de la réflexion l'action parallèle n'a souffert aucune altération, il en conclut que le rayon doit s'infléchir en s'approchant de la perpendiculaire.

Cette explication a cela de remarquable, que,

si on substitue à la facilité de transmission dans un milieu plus dense l'attraction de ce milieu, on obtient le même résultat; car, au moment du passage de la lumière d'un milieu dans un autre plus dense, il y a augmentation de vitesse par l'attraction qu'elle en éprouve, et ce surcroît de mouvement est tout entier dans le sens perpendiculaire.

§ X.

Les verres doués d'une forme sphérique ne réunissent en un même point que les rayons parallèles infiniment voisins de l'axe : à mesure qu'ils s'en éloignent, leur rencontre avec l'axe se fait dans un point plus voisin que le foyer. La différence est peu sensible lorsque la surface sphérique qui les reçoit n'est qu'une très-petite portion de sphère; mais enfin elle existe, et il en résulte une certaine étendue du foyer, connue sous le nom d'*aberration de sphéricité*, qui nuit sensiblement à la netteté de l'image.

Cette imperfection fixa l'attention de Descartes; il s'occupa de la faire évanouir en recherchant une forme de verres, propre à réunir en un seul point tous les rayons parallèles; et il trouva, à l'aide de la géométrie, que les

verres elliptiques, et surtout les hyperboliques, jouissoient de cette propriété. Il ne s'agissoit plus que de faire construire des verres de cette forme : mais, malgré tous les soins qu'il se donna pour faciliter aux meilleurs artistes, soit Français, soit Hollandais, le succès de l'entreprise, les verres hyperboliques n'ont jamais eu qu'une existence imaginaire; eût-elle acquis de la réalité, il n'en seroit résulté aucun avantage pour les progrès de la science. S'il est vrai qu'un verre de courbure elliptique ou hyperbolique réunit plus exactement qu'un sphérique tous les rayons parallèles à l'axe, il lui est très-inférieur en ce qui concerne les rayons qui forment un angle sensible avec cet axe; car la courbure sphérique présente de tous côtés une uniformité de figure, que ne partage point la courbure elliptique ou hyperbolique. Ces dernières doivent donc réunir moins exactement les rayons qui partent des parties latérales de l'objet. Au reste, le principal obstacle à la distinction de l'image vient de la différente réfrangibilité des rayons élémentaires dont le fluide lumineux se compose; et, comme l'aberration qu'elle fait naître est incomparablement plus grande que celle qui vient de la forme

sphérique du verre, la construction des verres hyperboliques n'eût pu servir à donner à l'image la plus grande netteté.

§ XI.

C'est à Antonio de Dominis qu'est dû l'honneur d'avoir découvert le vrai principe qui fonde l'explication de l'arc-en-ciel intérieur (1). Il est formé, suivant ce Physicien, par une réflexion unique du rayon solaire, précédée et suivie d'une réfraction. Il restoit à expliquer l'arc-en-ciel extérieur, et il crut pouvoir lui appliquer la même explication, avec un changement de circonstances : c'étoit une erreur grossière qu'il étoit réservé à Descartes de détruire. Il soupçonna que l'arc-en-ciel extérieur étoit produit par deux réflexions, précédées et suivies d'une réfraction ; et l'expérience justifia parfaitement ses soupçons (2). Le rayon solaire entre par la partie inférieure de la goutte, et y

(1) *Voyez* la fin du dernier chapitre du premier livre.

(2) Météores. Discours 8.

souffre une réfraction : il se réfléchit deux fois contre sa surface, et il sort enfin en souffrant une seconde réfraction, qui le renvoie à un point de l'axe tiré du soleil par l'œil du spectateur.

Mais pourquoi les rayons inclinés à cet axe, l'un de quarante-un degrés, l'autre de cinquante-quatre, ont-ils le privilége exclusif d'exciter la sensation de la lumière, quoiqu'un grand nombre d'autres pénètrent l'organe de la vision? Il ne suffit point, dit Descartes, qu'un rayon lumineux parvienne à l'œil pour y exciter une sensation, il faut encore qu'il ait une densité proportionnée à la sensibilité de notre organe; or, de tous les faisceaux de rayons qui tombent parallèlement sur une goutte de pluie, Descartes trouve, par le calcul, qu'il n'y en a qu'un, celui qui est éloigné du rayon central, entre les quatre-vingt-cinq et quatre-vingt-six centièmes du rayon du globule, qui, après la réfraction et la réflexion qu'il éprouve, soit encore composé de rayons parallèles. Ce faisceau de lumière est donc le seul capable d'exciter quelque sensation dans l'œil du spectateur terrestre; or celui-ci forme avec l'axe tiré du soleil au point diamétralement opposé,

un angle de quarante-un degrés trente minutes, en supposant que le rapport du sinus d'incidence à celui de réfraction dans l'eau de pluie, est celui de deux cent cinquante-sept à cent quatre-vingt. On ne doit donc voir la bande lumineuse du premier arc-en-ciel qu'à une distance d'environ quarante-un degrés trente minutes du point diamétralement opposé au soleil. Par un procédé semblable, Descartes prouve que de tous les petits faisceaux lumineux qui tombent sur les mêmes globules et qui sortent après deux réflexions, il n'y en a qu'un dont les rayons composans conservent leur parallélisme, et qu'il fait avec l'axe un angle de cinquante-un degrés cinquante-sept minutes. La bande colorée ne peut donc paroître au même œil qu'à cinquante-deux degrés environ du point opposé au soleil.

Pour expliquer cette grande variété de couleurs qui parent les bandes colorées, Descartes considère la petite partie du globule humide d'où sortent les rayons parallèles, comme un petit prisme qui répand des rayons colorés ; et c'est la situation différente de ces petits prismes, par rapport à l'œil du spectateur, qui détermine dans les deux bandes un ordre inverse

de couleurs. Passons à Descartes cette explication de l'origine des couleurs : le temps n'étoit point encore venu où la nature devoit nous dévoiler le secret de la composition de la lumière et de la différente réfrangibilité de ses rayons élémentaires.

Vitellion avoit entrevu la cause qui engendre les couronnes et les parhélies; Descartes explique ces phénomènes d'une manière plus lumineuse et plus exacte : mais nous verrons dans la suite que c'est à Huyghens qu'est dû l'honneur d'en avoir completté l'explication, en y appliquant les principes qui fondent la théorie de la réflexion et de la réfraction de la lumière.

§ XII.

Le phénomène du flux et reflux de la mer méritoit, par son importance, de fixer l'attention de Descartes, d'exercer sa sagacité. Il imagina que la lune, parvenue au méridien, exerce une pression sur la portion d'atmosphère située entre elle et la terre; cette pression se communique aux eaux de la mer qui s'élèvent par son influence, et qui retombent ensuite, par leur pesanteur, du moment que la lune abandonne

le méridien. Mais en accordant à Descartes l'existence de cette pression hypothétique, comment concevoir que l'air qui la reçoit puisse la transmettre aux eaux de la mer, tant qu'il conserve la faculté de s'étendre, de s'échapper et d'agrandir pour favoriser son évasion, les limites qui le renferment.

§ XIII.

Il n'est point de branche de Physique qui n'ait exercé le génie de Descartes, et sur laquelle il n'eût répandu de la clarté, s'il eût su se garantir des dangers de l'esprit systématique dans l'étude de la nature. Trop souvent il croit reconnoître dans la production des phénomènes l'action tantôt isolée, tantôt combinée de ces élémens chéris qu'il a employés avec adresse à la construction de l'univers. Delà, ce double courant de corpuscules diversement figurés qu'il fait descendre des régions célestes pour circuler sans interruption à travers les pôles des aimans par l'intermédiaire de l'atmosphère, et produire ainsi les phénomènes magnétiques (1); de là,

(1) *Princip. Philosoph.*, *pars quarta*, *pag.* 271.

ces fausses notions sur la nature de l'air, de l'eau, et en général des liquides (1); de là, enfin, ces explications de la salure de la mer, du tonnerre, de la foudre, etc., qui se ressentent de la Physique grossière des écoles de la Grèce (2).

Je termine ici ce que j'avois à dire de Descartes. Dans un des chapitres suivans, je le comparerai à Galilée, pour mieux faire ressortir quelques traits du tableau que je viens d'offrir à mes lecteurs.

---

(1) Météor., Disc. 1.

(2) *Voyez* la note 4 du deuxième livre.

CHAPITRE II.

Tableau des Progrès de la Physique entre les mains des inventeurs du télescope, du microscope et du thermomètre.

§ Ier.

Des cinq sens que nous a donnés la nature, la vue est sans doute le plus délicat, le plus universel et le plus noble. Toute découverte qui tend à augmenter sa puissance, à agrandir son domaine, est précieuse à l'humanité, et mérite d'être célébrée dans l'histoire de la science. Telle est la double invention du télescope et du microscope. Le premier fait évanouir les distances qui nous séparent des objets les plus éloignés; le second fait disparoître l'extrême petitesse de ceux qui nous avoisinent. L'un nous transporte dans les régions célestes, et nous y fait découvrir des mondes aussi féconds en phénomènes que celui que nous habitons; l'autre nous fait trouver autour de nous des ri-

chesses naturelles dont, sans son secours, nous n'eussions jamais soupçonné l'existence.

§ II.

Invention du Télescope.

La Hollande est la véritable patrie du télescope, et son origine date du commencement du dix-septième siècle; mais le nom de son auteur est encore enveloppé d'une profonde obscurité. Descartes (1), qui écrivoit dans le pays qui l'a vu naître, l'attribue à un nommé Jacques Métius, homme dépourvu de talent et d'instruction, mais secondé par la fortune. Il s'avisa de regarder à travers deux verres, l'un concave, l'autre convexe, qu'il faisoit servir à construire des miroirs et des verres ardens, les appliqua au bout d'un tuyau, et le télescope prit naissance.

Quelques historiens font honneur de l'invention du télescope à des enfans se jouant dans

(1) Dioptrique, Disc. 1, pag. 1 et 2.

l'atelier de leur père, lunettier de Middelbourg. Ils eurent l'idée heureuse de regarder le coq de leur clocher avec deux verres, l'un concave, l'autre convexe, disposés, par le plus pur hasard, à une distance convenable. L'objet leur ayant paru très-rapproché et très-grossi, ils témoignèrent leur surprise à leur père qui, pour rendre l'expérience plus facile et plus commode, fixa les verres sur une planchette ; un autre les adapta aux extrémités d'un tuyau pour écarter la lumière étrangère et donner ainsi plus de netteté à l'image ; un troisième enfin fit rentrer ces tuyaux l'un dans l'autre pour leur donner de la mobilité.

§ III.

Vers le milieu du dix-septième siècle, Borel publia un ouvrage qui contient, sur l'invention du télescope, des détails curieux que je ne puis passer sous silence (1). Il rapporte cinq témoignages juridiques, dont deux attribuent

(1) *De vero telescopii Inventore. In-4°*, 1655.

l'invention du télescope à Zacharie Jans, lunettier de Middelbourg. Les trois autres font honneur de cette découverte à Jean Lapprey, lunettier de la même ville.

Le même ouvrage renferme une lettre d'un envoyé des Etats de Hollande, qui assure que vers l'an 1610, les deux lunettiers cités ci-dessus imaginèrent les télescopes, et qu'ils en offrirent un au prince Maurice. Il ajoute que Métius et Drebbel étant venus à Middelbourg, s'adressèrent directement à Zacharie Jans, pour acheter des télescopes; tandis que d'autres, cherchant à Middelbourg l'inventeur de cet instrument, s'étoient adressés à Jean Lapprey.

Si ces témoignages ne peuvent nous éclairer parfaitement sur la véritable origine du télescope, ils servent du moins à prouver que c'est à un des deux lunettiers cités, ou peut-être aux deux réunis, qu'appartient l'invention de ce merveilleux instrument.

Mais quelle que soit l'origine du télescope, cette découverte ne pouvoit rester long-temps concentrée dans le lieu de sa naissance. Elle se répandit avec célérité dans toutes les

les contrées de l'Europe. Les savans s'empressèrent de la saisir et de la conduire à un degré de perfection que nous aurons occasion d'apprécier dans la suite de cette Histoire.

§ IV.

Invention du Microscope.

L'existence du microscope date de la plus haute antiquité (1). Mais pendant long-temps ses effets ont été renfermés dans des limites très-étroites. Ce n'est qu'au commencement du dix-septième siècle, qu'on a connu l'art de fabriquer des sphères de verre d'un petit diamètre, des lentilles d'un foyer très-court; et tout le monde sait que le microscope simple qui sert aujourd'hui à nos usages, consiste en une lentille d'un foyer très-court, ou en une petite sphère de verre, formée par la fusion

(1) *Voyez* le chapitre 6 et la note 31 du premier livre.

d'un morceau de verre à la flamme d'une mèche imbibée d'alcool.

Les microscopes composés sont formés d'une lentille d'un foyer très-court, qu'on nomme l'*objectif*, et d'un ou de plusieurs oculaires. C'est presque généralement à Drebbel, Physicien hollandois (1), qu'on en attribue l'invention. Mais s'il faut en croire l'envoyé des Etats de Hollande, dont l'ouvrage de Borel que nous avons cité en parlant du télescope, renferme le témoignage, l'invention du microscope composé est aussi récente que celle du télescope. Cet envoyé des Etats raconte qu'il a connu particulièrement ce Zacharie Jans dont nous avons parlé plus haut; qu'il a ouï dire plusieurs fois qu'il étoit l'inventeur du microscope; que pendant son séjour en Angleterre, en 1619, il avoit vu entre les mains de Drebbel, son ami, le microscope même que Zacharie et son père avoient présenté à l'archidnc Albert, et que ce prince avoit donné à Drebbel. Il en fait ensuite

(1) Corneille Drebbel, né à Alcmaer en Hollande, l'an 1572, mort à Londres, l'an 1634.

une description qui ne laisse aucun doute sur la nature de l'instrument. Le microscope que Drebbel avoit à Londres, n'étoit donc point son propre ouvrage; et la renommée qui lui en attribuoit l'invention, n'avoit probablement d'autre fondement que l'usage qu'il en faisoit, et les phénomènes curieux qu'il dévoiloit à l'aide de cet instrument.

§ V.

Invention du Thermomètre.

Des motifs puissans m'ont forcé de refuser à Drebbel (1) la découverte du microscope. Je vais le dédommager d'un jugement rigoureux, mais commandé par la justice, en lui faisant honneur de l'invention du thermomètre.

La température du fluide qui enveloppe la terre, éprouve de subites et fréquentes variations, qui ont une singulière influence sur l'économie animale et sur les résultats des expé-

(1) *Voyez* la note 5 du deuxième livre.

riences que tente le Physicien, lorsqu'il veut arracher quelque secret à la nature. Il est donc utile, quelquefois même nécessaire, de connoître avec exactitude ces diverses variations. Drebbel s'est occupé le premier de les apprécier; et quoique l'instrument qu'il a imaginé pour cet objet soit rempli d'imperfections, on ne peut lui disputer la gloire d'avoir rendu un service important à l'humanité et aux sciences.

Le thermomètre de Drebbel est fondé sur la propriété qu'ont les fluides de se dilater par la chaleur, de se condenser par le froid; et il consiste en une boule creuse de verre, à l'orifice de laquelle est ajusté un tube de même matière, ouvert aux deux extrémités. On le plonge par son ouverture dans une liqueur colorée; et on applique la main sur la boule. L'air intérieur s'échauffe, se dilate, et force une partie de cet air de s'échapper à travers la liqueur; on retire la main; l'air qui reste se condense par le refroidissement, et la liqueur s'élève dans le tube jusqu'à une certaine hauteur. S'il arrive alors une augmentation de chaleur, l'air intérieur se dilate et fait descendre la liqueur; une diminution de chaleur produit un effet contraire.

J'aurai bientôt occasion de faire connoître les défauts de cet instrument, tel qu'il sortit des mains de son auteur, et d'indiquer les moyens qui ont servi à les faire évanouir.

CHAPITRE III.

Tableau des Progrès de la Physique entre les mains de Galilée.

§ I[er].

TANDIS que Descartes, brisant le sceptre d'Aristote, rendoit à l'esprit humain asservi sa primitive indépendance, Galilée (1) montroit aux Physiciens l'art, jusqu'alors inconnu, d'interroger la nature, donnoit à la Physique une nouvelle existence, et enrichissoit son domaine des plus brillantes découvertes.

Il étoit à Venise en 1609, lorsque la renommée y porta la nouvelle de l'invention du télescope. Il s'empara de cette découverte; et après des essais répétés, il parvint à construire une

(1) Galilée, né à Pise, le 18 février 1564, mort en 1642.

lunette qui donnoit des images 33 fois plus grandes que les objets vus à œil nu. Il l'employa d'abord à considérer la lune, lorsqu'elle se présente sous la forme d'un croissant; et il la suivit dans sa course, jusqu'au moment où elle disparoît entièrement à nos regards. Le confin de la clarté et de l'ombre lui parut terminé d'une manière très-irrégulière; et cette observation lui dévoila la ressemblance de la lune avec la terre, en lui attestant l'existence des éminences et des cavités qui sillonnent également leur surface.

Le même instrument lui fit découvrir dans cette zône lumineuse appelée *Voie Lactée*, à cause de sa blancheur, une multitude innombrable d'étoiles, douées d'une extrême ténuité, et le mit ainsi à même de justifier l'heureux soupçon de Démocrite.

§ II.

Ces premières conquêtes faites à la science, dans des régions jusqu'alors inaccessibles, enflammèrent le génie de Galilée, et piquèrent son active curiosité. Les cieux lui offroient un

vaste champ d'observations, et une riche moisson de découvertes, qu'il s'empressa de recueillir.

Le 7 janvier 1610, sa lunette, dirigée vers Jupiter, lui fit apercevoir à côté de la planète, trois points lumineux, qu'il prit d'abord pour des étoiles qu'elle avoit rencontrées sur sa route. Deux se montroient à l'orient, et la troisième au couchant. Le lendemain, elles étoient toutes trois à l'occident. Ce changement de position lui fit soupçonner qu'elles avoient un mouvement. Le 13 janvier, il en vit quatre; et une série d'observations continuées pendant deux mois, lui démontra l'existence de quatre satellites accompagnant Jupiter dans sa course, comme la lune accompagne dans sa révolution la planète que nous habitons.

Galilée ne faisoit aucune nouvelle observation, sans éprouver le plaisir d'une surprise. Son télescope, dirigé vers Vénus, le fit jouir du spectacle de ses phases, déjà annoncées par Copernic. Il considéra Saturne, et il vit à ses côtés deux globes qu'il prit pour deux satellites immobiles. Mais lorsqu'après deux ans d'observations, il eut occasion de revoir la planète, il la trouva parfaitement ronde; les deux satel-

lites avoient disparu. C'est à Huygens qu'étoit réservé l'honneur de découvrir la véritable cause de ce bizarre phénomène.

Le disque du soleil est semé de taches qui paroissent d'autant plus obscures, qu'elles contrastent avec l'éclat éblouissant de la lumière de cet astre. Galilée les observa à la faveur du télescope ; il constata les grandes variations qu'elles éprouvent sous le rapport du nombre, de la couleur et de la forme ; et cette découverte lui donna beaucoup de célébrité, quoiqu'elle lui fût disputée par le père Scheiner, et par Jean Fabricius qui, dans le mois de juin 1611, avoit proclamé, dans un écrit public, l'existence du phénomène (1).

§ III.

Ce trésor d'observations ne fut point stérile entre les mains de Galilée. Il fit servir les phases de Vénus à démontrer son mouvement de translation autour du soleil ; les inégalités de

(1) *Voyez* la note 6 du deuxième livre.

la lune, à établir sa ressemblance avec la terre; et la découverte des quatre satellites tournant autour de Jupiter dans sa révolution, fit disparoître la prétendue absurdité que présentoit encore à quelques esprits grossiers le mouvement de la lune autour de la terre.

Les conséquences que Galilée tira de ces belles découvertes, en faveur du système du mouvement de la terre, lui attirèrent de puissans ennemis. En 1615, il fut traduit au tribunal de l'inquisition, et il ne lui fallut rien moins qu'un désaveu solemnel de son attachement à l'hypothèse de Copernic, pour lui éviter la peine d'une longue captivité; mais il médita dans la retraite une vengeance éclatante (1), qui lui valut de nouvelles persécutions. Le 23 juin 1632, il fut cité pour la seconde fois devant le saint-office, et condamné à une odieuse rétractation, qui ne servit cependant qu'à indigner l'Europe savante contre les auteurs de cet inique jugement, et à faire éclater davantage le triomphe de la vérité.

---

(1) *Voyez* la note 7 du deuxième livre.

§ IV.

C'étoit assez pour la gloire de Galilée d'avoir découvert des mondes flottans dans les régions de l'éther, dont les habitans de la terre ne soupçonnoient pas même l'existence ; mais c'est trop peu pour son génie. Il a porté dans le ciel le flambeau de l'observation, il va porter sur la terre le flambeau de l'expérience, dissiper des préjugés, détruire des erreurs et dévoiler des vérités.

C'est un spectacle presque habituel que celui que présentent des corps de différente densité situés dans le sein de l'atmosphère. Les uns flottent ou s'élèvent dans le fluide aériforme, les autres se précipitent sur la surface de la terre ; mais toujours les plus lourds arrivent les premiers au terme de leur course. Il y a donc, disoit Aristote, des corps *légers* et des corps *pesans* dans la nature ; et parmi ces derniers, ceux qui ont plus de masse doivent avoir plus de vitesse.

Cette erreur, accréditée par vingt siècles d'existence, va se briser d'elle-même contre

des expériences simples et lumineuses imaginées par Galilée. Il laissa tomber au milieu d'une nombreuse assemblée, du haut de la coupole d'une église de Pise, des corps de masse extrêmement inégale, mais ayant à peu près la même densité : il n'y eut presque point de différence dans le temps de leurs chutes. Il fit osciller deux pendules de même longueur, chargés de différens poids; et leurs vibrations s'effectuèrent à peu près dans le même temps.

La théorie vient au secours de Galilée pour éclairer ces résultats d'expérience. Qu'on laisse tomber, disoit-il, d'un côté une lame métallique et de l'autre dix lames de même matière, dont chacune pèse autant que la première, et qui se touchent sans être unies par la force de cohésion, les vitesses seront égales des deux côtés; et cette égalité subsistera encore si ces dix lames métalliques ne forment qu'une seule masse, parce que la cohésion ne peut jamais faire souffrir aucune altération à la vitesse.

§ V.

La chute accélérée des corps est un phénomène digne d'exercer la sagacité de Galilée. Il

regarde la pesanteur comme une puissance attachée au corps et continuellement agissante. Le corps reçoit à chaque instant une nouvelle impulsion, et la vitesse acquise à la fin de l'accélération est proportionnelle au temps.

Si l'on représente les temps écoulés depuis le commencement de la chute par les abscisses d'un triangle, les ordonnées correspondantes représenteront les vitesses acquises à la fin de ces temps, et le rapport des espaces parcourus sera exprimé par celui des surfaces triangulaires répondant aux abscisses qui désignent les temps ; et, puisque ces surfaces sont comme les carrés des abscisses correspondantes, les espaces, dit Galilée, croissent comme les carrés des temps comptés depuis le commencement de la chute.

Cette loi est véritablement celle de la nature : Galilée s'en assure par une expérience ingénieuse. Il fait rouler des corps sur des plans différemment inclinés, et il montre que, quelle que soit l'inclinaison, le mouvement s'accélère constamment. Les espaces parcourus dans les instans successifs suivent la série des nombres 1, 3, 5, 7, etc.; et ces espaces, pris du com-

mencement, sont toujours comme les carrés des temps écoulés.

§ VI.

La découverte de cette loi est remarquable par son importance et sa fécondité. Elle a donné naissance à diverses théories, parmi lesquelles je distingue celle du pendule et celle du mouvement de projection.

Lorsqu'on lance un corps obliquement à l'horizon, le mouvement qu'il reçoit se combine avec celui que la pesanteur lui imprime, et le corps décrit une courbe dont la nature étoit inconnue avant Galilée. Il prouva que cette courbe est une parabole, que son amplitude est la plus grande possible sous l'angle de quarante-cinq degrés, et posa ainsi les fondemens de la balistique et de l'artillerie (1).

Un jour que les oscillations d'une lampe suspendue à une voûte fixoient les regards et l'attention de Galilée, il remarqua qu'elle faisoit ses vibrations, grandes et petites, à peu près

(1) *Voyez* la note 8 du deuxième livre.

dans le même temps : il s'aperçut encore que, toutes choses égales d'ailleurs, les vibrations étoient d'autant plus lentes que le pendule étoit plus long. Il soupçonna que les temps des vibrations étoient, comme les racines carrées des longueurs des pendules ; et les lois du mouvement accéléré, dont il avoit démontré l'existence, ne tardèrent pas à justifier ses soupçons. Voilà donc Galilée en possession d'un instrument propre à mesurer la durée, instrument qui donne des intervalles toujours sensiblement égaux, et des intervalles qu'on peut augmenter ou diminuer à volonté, en augmentant ou en diminuant la longueur du pendule. C'est ainsi que des observations, stériles pour un grand nombre de spectateurs, acquièrent entre les mains de l'homme de génie qui sait les saisir, cette espèce de fécondité qui enfante les découvertes.

Galilée méditant profondément sur les phénomènes de la nature ; Galilée sans cesse occupé d'imiter la nature dans la production des phénomènes : tel est le double spectacle que ce grand homme offre continuellement à nos regards pendant la longue durée de son existence. Je ne sais lequel des deux est plus propre

à exciter l'admiration. Galilée doit sans doute beaucoup à ses profondes réflexions ; mais ses succès eussent été le plus souvent équivoques, s'il n'eût toujours marché, le flambeau de l'expérience à la main, dans les sentiers de la nature.

§ VII.

La partie de la Physique qui traite de l'équilibre reçut aussi quelqu'accroissement entre les mains de Galilée. Il ramène tout ce qui regarde l'équilibre des solides à un principe unique, d'où émanent toutes les propriétés qui distinguent les machines. Il faut, dit-il, toujours le même temps à une puissance pour élever à une certaine hauteur un poids donné, soit qu'elle l'enlève tout d'un coup, soit que, le partageant en parties proportionnelles à sa force, elle l'enlève à plusieurs reprises. Une puissance déterminée n'est capable que d'un effet déterminé ; et cet effet est d'autant plus grand, que la masse, transportée dans un certain temps, l'est par un espace plus grand ; ou que, l'espace étant le même, elle l'est dans un moindre temps. Il faut donc, pour que l'effet subsiste le même, que le temps soit réciproque avec

avec la masse. Ainsi tout l'avantage des machines consiste en ce qu'on peut, par leur moyen, exécuter dans une seule opération ce que par l'application nue de la puissance, on n'auroit pu faire qu'en plusieurs reprises. Considéré sous un autre rapport, l'avantage des machines consiste en ce qu'étant plus maîtres du temps que de la grandeur des puissances, elles nous mettent à même de faire, en un temps plus long et avec de moindres forces, ce que des puissances plus grandes auroient exécuté plus promptement. En un mot, ce qu'on gagne du côté de la force on le perd toujours du côté du temps; et Galilée en conclut, avec raison, que les machines les plus simples sont toujours les plus avantageuses. Plus une machine est composée, plus il y a d'effort perdu à vaincre la résistance que fait naître le frottement.

Galilée considère les fluides comme composés de molécules sphériques (1) jouissant d'une grande mobilité qui les fait céder à la plus légère pression. Ils jouissent de la pesanteur

---

(1) *Voyez* son livre *delle cose che stanno sull acqua*.

comme les solides ; mais le peu d'adhérence de leurs molécules, jointe à leur extrême mobilité, fait que chaque molécule exerce une pression indépendante suivant toutes sortes de directions ; tandis que les molécules des solides concentrent dans un seul point leur effort, qui s'exerce exclusivement dans le sens de la pesanteur. Ces idées saines et lumineuses conduisent Galilée à résoudre divers problèmes relatifs à la pression des fluides, mais dont Stevin avoit déjà donné la solution (1).

§ VIII.

Archimède avoit prouvé depuis long-temps qu'un solide plongé dans un fluide perd une partie de son poids, égale au poids du fluide déplacé ; et c'est la connoissance de ce principe qui lui fit résoudre, à l'aide d'un calcul bien simple, le fameux problème d'Hiéron. Galilée voulant tenir de la nature la réponse à la même question, imagina de l'interroger avec le secours d'une espèce de balance dont quelques

(1) *Voyez* la note 9 du deuxième livre.

lecteurs seront bien-aises de trouver ici la description.

Elle consiste en une règle divisée en deux bras égaux par le milieu où se trouve le centre du mouvement, et posée sur la surface d'une eau tranquille : aux extrémités de ces bras sont suspendus d'un côté une lame d'or, et de l'autre un contre-poids plongé dans l'eau comme la lame d'or, et qui lui fait équilibre. On ôte le contre-poids, et on le pose sur la partie supérieure de la règle, de manière qu'il se trouve plongé dans l'air, tandis que la lame d'or reste plongée dans l'eau. L'équilibre est rompu en faveur du contre-poids ; et il est visible que, pour le rétablir, il faut rapprocher le contre-poids du milieu de la règle. Le point où il faut l'arrêter, et que je désigne par x, est, pour me servir des expressions de Galilée, le terme de l'or. On met à la place de la lame d'or une lame d'argent ayant même poids, et conséquemment plus de volume. Le contre-poids situé au point x de la règle doit être rapproché davantage du centre du mouvement, pour que l'équilibre s'établisse; et le point où il faut le fixer, que je nomme y, est le terme de l'argent. Si l'on substitue à la lame d'argent une

lame composée d'argent et d'or, ayant même poids que la première, l'équilibre ne s'établira que lorsque le contre-poids sera fixé à un point z de la règle, situé entre x et y; et le rapport qui existe entre l'or et l'argent dont l'alliage se compose, sera déterminé par celui des distances yz et xz. Tel est le moyen ingénieux que Galilée fit servir à déterminer, sans calcul, le rapport qui se trouve entre deux métaux dont un alliage se compose (1).

§ IX.

Avant de terminer ce chapitre, comparons un instant Galilée avec Descartes, et tâchons d'apprécier leur influence respective sur les progrès de la Physique. L'un affranchit l'esprit humain du joug de la plus humiliante servitude; l'autre comble les précipices creusés par ses prédécesseurs sur les sentiers de la nature. Doué d'une imagination bouillante, Descartes brûle d'impatience de s'élever à la connoissance des causes : doué d'un esprit d'observation,

(1) *Opere di Galileo, tom.* 1, *p.* 624.

Galilée s'applique à bien connoître les effets. Le premier se tourmente pour deviner les procédés de la nature, le second l'interroge avec adresse et sans importunité pour lui arracher quelques secrets : en un mot, l'homme doit à Descartes d'avoir recouvré la liberté de la pensée. La Physique expérimentale doit en grande partie à Galilée son existence et la rapidité de ses progrès (1).

---

(2) *Voyez* la note 10 du deuxième livre.

CHAPITRE IV.

Tableau des Progrès de la Physique entre les mains de Kepler.

§ Ier.

Malgré les efforts des Bacon, des Copernic et des Tycho, les préjugés et l'ignorance couvroient encore, vers la fin du seizième siècle, toute l'Europe de leurs ombres : les sciences, foibles et languissantes, sollicitoient vivement la production d'un homme de génie qui pût leur donner quelque splendeur ; et la nature, frappée, jusqu'à cette époque, d'une stérilité affligeante, épuisa pour ainsi dire en leur faveur tous les trésors de la fécondité. Elle donna presqu'en même temps un Descartes à la France, un Galilée à l'Italie, un Kepler à l'Allemagne ; et les sciences Physiques, depuis long-temps stationnaires, quelquefois même rétrogrades, reçurent une forte impulsion qui détermina une marche toujours progressive vers leur véritable

but. J'ai apprécié, dans les chapitres précédens, l'influence de Galilée et de Descartes sur cette heureuse révolution; celui-ci est consacré à tracer le tableau des découvertes de Kepler.

§ II.

Maurolyc et Porta avoient répandu quelque clarté sur le mécanisme de la vision, enveloppé, jusqu'à cette époque, de la plus profonde obscurité. Kepler recueillit avec soin ces traits épars de lumière, et il les fit servir à donner une explication satisfaisante de cet important phénomène. L'ouvrage qui la renferme, et qui a pour titre : *Astronomiæ pars Optica*, est plein d'idées neuves, bien propres à dédommager de sa grande prolixité.

La chambre obscure de Porta, garnie d'un verre convexe à l'ouverture, offre à Kepler les plus grands traits de ressemblance avec l'organe de la vision. La prunelle est l'ouverture

---

(1) Kepler, né le 27 décembre 1571, à Viel, dans le duché de Wittemberg, mort le 5 novembre 1631.

de la chambre, le cristallin en est le verre; et la rétine est la muraille blanche où vont se peindre les objets. Les rayons lumineux, partant d'un même point, tombent sur la cornée, pénètrent l'humeur aqueuse, et y éprouvent une réfraction qui détermine un commencement de convergence. Une partie des rayons est reçue par l'ouverture de la prunelle; ils tombent sur le cristallin, qui les rompt davantage et les rend plus convergens. Ils sortent du cristallin, et ils éprouvent une nouvelle réfraction en traversant l'humeur vitrée. Lorsque l'œil est bien conformé, ces diverses réfractions font concourir les rayons, partant d'un même point sur un même point de la rétine, pour y peindre son image. Ainsi, tous les pinceaux lumineux partis des différens points de l'objet forment son image sur la rétine; et Kepler reconnoît le renversement de cette image, après de longs efforts, pour lui conserver la situation droite de l'objet (1). L'expérience confirme ces résultats de théorie. On dépouille un œil d'animal récemment mort, de ses tuniques

(1) *Astronom. pars optica*, *pag.* 205, 206.

sans endommager la rétine; on le présente à l'ouverture de la chambre obscure, et l'on voit sur la muraille opposée à l'ouverture les images renversées des objets extérieurs.

Mais comment allier le renversement des images avec la situation droite des objets? Il suffit, dit Kepler, de considérer la manière dont nous sommes avertis de leur présence : elle se manifeste à nous par l'impression que font les rayons sur la rétine. Cette action est suivie d'une réaction qui toujours s'effectue suivant une direction opposée à celle du rayon qui l'exerce; ce qui fait que nous voyons dans leur situation naturelle les objets, par là même que leur image est renversée sur la rétine.

§ III.

Tout s'use, tout se détruit dans la nature, excepté les élémens, qui partagent son inaltérabilité pour lui en garantir la durée (1) : l'homme lui-même, le plus parfait de tous les êtres, est à peine parvenu à sa limite d'accroisse-

(1) *Voyez* la note 11 du deuxième livre.

ment, qu'il éprouve une altération, un affoiblissement dans ses organes, et particulièrement dans celui de la vision. Les humeurs se dessèchent, le cristallin s'aplatit et les muscles qui l'environnent perdent insensiblement leur ressort. Dans cet état de décrépitude, il n'est plus en notre pouvoir de faire varier ni la forme du cristallin, ni sa distance à la rétine. Nous voyons encore distinctement les objets assez éloignés pour nous renvoyer des rayons sensiblement parallèles; mais ceux qui sont situés au voisinage de l'œil lancent des rayons qui, arrivant trop divergens, ne nous font voir les objets qu'à travers une espèce de nuage qui dérobe les principaux traits auxquels nous pourrions les reconnoître. Heureusement l'art vient ici au secours de la nature. Il s'agit de faire disparoître l'excessive divergence des rayons; et les lunettes, garnies de verres plus ou moins convexes, suivant les circonstances, servent toujours utilement à cet usage. Si le cristallin est convexe au point qu'on ne puisse voir à œil nu que les objets d'où partent des rayons sensiblement divergens, il faut, pour voir distinctement les objets éloignés, emprunter le secours des verres concaves, qui

augmentent sensiblement la divergence des rayons.

§ IV.

L'Astronomie optique de Kepler renferme des explications presque toujours satisfaisantes de plusieurs autres phénomènes. Il discute avec sagacité la question proposée par Aristote sur la rondeur de la lumière du soleil traversant un orifice d'une grandeur quelconque, dont Maurolyc avoit déjà donné la situation ; il dévoile la véritable cause de l'ellipticité apparente du soleil à l'horizon ; il examine le principe des anciens, qui plaçoit l'image des miroirs sphériques dans le concours de la perpendiculaire d'incidence avec le rayon réfléchi ; et il montre que ce principe doit souffrir quelqu'exception ; enfin il expose et explique, d'une manière heureuse des circonstances singulières qui accompagnent le phénomène des éclipses.

Je puis, sans craindre de porter atteinte à la gloire de Kepler, avouer avec franchise qu'il fit des efforts inutiles pour découvrir la loi de la réfraction, et qu'il se trompa dans la détermination de la surface refringente propre à

rendre les rayons partis d'un point, parallèles, ou convergens vers un point donné. Les découvertes consacrées dans sa Dioptrique sont bien propres à le dédommager de cette sorte de revers. On y trouve (1) la description du télescope à deux verres convexes, et l'explication satisfaisante des effets auxquels ce nouvel instrument donne naissance (2). La théorie seule conduisit Kepler à cette découverte : il dédaigna, ou du moins il négligea de la mettre en pratique ; et c'est au P. Scheiner qu'est dû l'honneur d'avoir réalisé l'idée heureuse de Kepler (3). Qu'on applique, dit-il (4), deux lentilles convexes au tube, et l'on verra tous les objets terrestres renversés, à la vérité, mais augmentés avec une clarté considérable. On verra de même les astres; et, comme ces corps sont sphériques, leur renversement ne fera souffrir aucune altération à leur figure. Ailleurs

---

(1) *Kepler*, *Dioptr. p.* 86.

(2) *Voyez* la note 12 du deuxième livre.

(3) *Scheiner*, *Rosa Ursina*, *pag.* 130.

(4) *Voyez* la note 13 du deuxième livre.

il donne la construction du télescope à trois verres, qui redresse les objets, et dont le principe ne fut point étranger à Kepler. Il ajoute enfin qu'il y avoit treize ans qu'il s'étoit servi de deux verres convexes dans une observation faite en présence de l'empereur Maximilien.

§ V.

Parmi les découvertes qui ont illustré Kepler, il n'en est point de plus importante que celles dont il enrichit la Physique céleste au commencement du dix-septième siècle. L'esprit humain étoit alors dans l'esclavage; Descartes brise ses fers. Galilée lui indique, lui applanit même les vrais sentiers de la nature; mais c'est Kepler qui lui donne l'essor : il le transporte dans les régions de l'éther, lui montre la véritable forme des orbites des planètes, et lui dévoile les lois des mouvemens qui les animent. Suivons un instant Kepler dans l'ordre des idées et des conjectures qui le conduisirent à ces mémorables résultats.

Si le soleil, dit Kepler dans ses Commentaires sur Mars, étoit animé d'un mouvement uniforme autour du centre de son orbite, la

vîtesse de son mouvement suivroit exactement le rapport de ses diamètres apparens. Cela n'est pas ; car le diamètre du soleil, dans son apogée, n'est que d'un trentième environ moindre que dans son périgée ; ce qui annonce que sa distance dans le premier de ces points est plus grande d'environ un trentième que dans le second : mais son mouvement est, dans l'apogée, d'un quinzième plus lent. Si donc on attribue à la différence d'éloignement l'effet qu'elle doit produire, savoir, un trentième de retardement, l'autre trentième sera une retardation réelle. Le mouvement du soleil, ou plutôt de la terre, est donc réellement inégal ; et conséquemment ce n'est point dans un cercle, mais dans une courbe rentrante en forme d'ovale que ce mouvement s'effectue.

Parmi les différentes espèces d'ovales qu'on peut concevoir sur le même axe, il en est une, différente de l'ellipse ordinaire, qui fixa d'abord le choix de Kepler, s'occupant de déterminer la courbe que décrit Mars dans sa révolution ; et, pour me servir de ses propres expressions, il croyoit cet astre enchaîné, lorsqu'il s'aperçut qu'il avoit brisé les liens de la captivité. Son évasion pique Kepler ; il le poursuit, l'atteint,

et le subjugue entièrement. Le défaut de l'ovale, d'abord imaginée par Kepler, étoit d'être trop rentrante dans le cercle; et il en conclut que l'ellipse ordinaire, qui tenoit le milieu entre cette ovale et le cercle, étoit la véritable courbe que décrivoit la planète. Son prisonnier, ajoute-t-il, satisfait de cette capitulation, se rendit de bonne grace, et ne fit plus d'effort pour s'échapper.

C'est de cette époque que date la connoissance du mouvement elliptique des planètes, et la destruction de l'antique préjugé qui attribuoit aux corps célestes un mouvement exactement circulaire. Sa simplicité et son uniformité avoient séduit les Physiciens de la Grèce, et conservoient encore pour Kepler des charmes qui commandèrent un sacrifice dont il ne fut véritablement dédommagé que par la découverte de la proportionnalité des aires décrites aux temps employés à les décrire.

§ VI.

Pythagore avoit cru reconnoître dans les nombres des propriétés mystérieuses, qu'il regardoit comme les germes de nos plus pré-

cieuses connoissances. Kepler partagea son opinion, peut-être même ses transports d'enthousiasme. Il s'occupa, pendant une longue suite d'années, de recherches relatives à cet objet; et, en 1619, il en publia les résultats dans son *Harmonia Mundi*. Au milieu d'un grand nombre de frivolités que cet ouvrage renferme, se trouve une vérité importante; celle qui détermine les rapports des diamètres des orbes des planètes aux temps de leurs révolutions. Ce n'est point le hasard qui conduisit Kepler à cette importante découverte : il voyoit que la durée des révolutions des planètes est d'autant plus grande, que leurs orbes sont plus étendus; et cette observation fit naître le soupçon d'un rapport entre les diamètres de ces orbes et les temps employés à les décrire. Il épuisa les combinaisons, et dans le nombre il trouva que les temps des révolutions étoient comme les racines carrées des cubes de ces diamètres. Cette loi, établie sur les révolutions des corps célestes connus du temps de Kepler, a été ensuite confirmée par ceux dont les observations modernes ont consacré l'existence.

§ VII.

§ VII.

Kepler n'a point reconnu le vrai système des comètes : il les fait naître dans le sein de l'éther, et il attribue leur production à l'épaississement de ce fluide. Il leur donne un mouvement, mais un mouvement rectiligne que l'observation désavoue. Ces erreurs sont, aux yeux de quelques Physiciens, des taches à la gloire que Kepler s'étoit acquise; d'autres les regardent, avec raison, comme un tribut que tout homme, celui même qui possède les qualités les plus éminentes du génie, doit payer à l'humanité.

§ VIII.

Ce qui distingue particulièrement Kepler des Physiciens de son temps, c'est la grande hardiesse, souvent même la grande justesse de ses vues dans la recherche des causes qui donnent naissance aux phénomènes. Il regarde le soleil comme le suprême modérateur des corps célestes. Cet astre est doué d'une vertu motrice qui se répand avec la plus grande célérité dans l'immensité de l'espace pour animer les pla-

nètes, pour les enchaîner dans leurs orbites; comme la lumière, cette vertu, ou plutôt cette force, se propage en ligne droite par des rayons divergens qui forment des cônes dont les bases s'élargissent à mesure qu'elles s'éloignent du sommet; et Kepler en conclut que son action est réciproque à la distance. Si Kepler eût substitué le mot attraction à celui de vertu motrice, il eût dérobé à Newton la gloire de sa découverte : je dis plus; s'il eût fait attention que l'action des rayons qui divergent en partant du même point s'exerce sur des surfaces, il lui eût ravi l'honneur d'avoir trouvé la loi que suit l'affoiblissement de cette force sous le rapport de la distance.

§ IX.

Les bornes que mon plan me prescrit ne me permettent point de faire connoître avec détail toutes les idées heureuses consacrées dans la Physique de Kepler. Tantôt il compare la pesanteur des corps terrestres à la gravitation des planètes vers le soleil; tantôt il soupçonne que l'action combinée du soleil et de la terre donne naissance aux irrégularités particulières à la lune : ici, il pense que l'attraction de la lune

est la véritable cause du phénomène des marées; là, on le voit déduire de la théorie des réfractions la forme elliptique du soleil et de la lune, situés au voisinage de l'horizon; ailleurs enfin il établit, comme un des points fondamentaux de sa Physique céleste, la rotation du soleil, que la découverte de ses taches a ensuite complètement justifiée.

Ces idées, ces soupçons, ces conjectures, portent visiblement l'empreinte du génie : elles ont ouvert à Newton la glorieuse carrière des plus sublimes découvertes. La marche du Physicien anglais n'eût été ni aussi brillante, ni aussi rapide, si Kepler ne l'eût précédé. Les forces de l'esprit s'épuisent comme celles du corps; elles ont d'ailleurs une limite naturelle qu'il n'est jamais possible de franchir.

§ X.

Lorsque Kepler, Galilée et Descartes parurent dans la carrière des sciences, des ombres ténébreuses enveloppoient leur domaine. Il falloit, pour les dissiper, une lumière pure, vive, éclatante; et chacun de ces hommes célèbres contribue également à la répandre. Ils

deviennent les bienfaiteurs de l'esprit humain; et, à la honte de leur siècle, ils ne reçoivent, pour prix de leurs services, que des injustices, des persécutions et des disgraces. Galilée mérite des autels, on le traîne indignement dans les cachots; Kepler, environné de gloire acquise par de grandes découvertes, éprouve dans sa vieillesse tous les dégoûts de l'indigence (1); et ce n'est que cent ans après la mort de Descartes que sa patrie reconnoissante ose élever un monument à sa gloire (2).

---

(1) *Voyez* la note 14 du deuxième livre.

(2) *Voyez* la note 15 du deuxième livre.

CHAPITRE V.

Tableau des Progrès de la Physique entre les mains de Torricelli, de Paschal, etc.

§ Ier.

Nous sommes plongés dans un fluide qui enveloppe la terre de toute part, et qui s'élève à une grande hauteur sur sa surface. Il nous touche sans cesse, et son contact, devenu trop familier, ne nous affecte presque jamais d'une manière sensible. Il oppose à tous nos mouvemens une résistance réelle qui échappe le plus souvent à nos sens et à notre attention. Il alimente à chaque instant notre existence, et nous ne nous doutons pas même de sa salutaire influence sur la conservation de notre être. Il exerce sur nous une pression considérable; et plus de deux mille ans se sont écoulés sans qu'on ait reconnu sa pesanteur. Aristote, il est vrai, l'avoit annoncée aux philosophes de son temps; mais ce n'étoit qu'une conjecture qu'il

n'avoit point soumise à l'épreuve de l'expérience. Galilée essaya le premier de la vérifier. Il pesa un vaisseau de verre, rempli d'air dans son état naturel, injecta ensuite dans ce même vaisseau du nouvel air pour en augmenter la masse, et il trouva que le poids du vaisseau étoit plus considérable après l'injection qu'auparavant : il tâcha même de déterminer la pesanteur de l'air comparée à celle de l'eau; mais le rapport de un à quatre cents qu'il donne est bien loin d'être satisfaisant.

§ II.

Galilée étoit sur la voie de découvrir la cause de l'ascension de l'eau dans les pompes aspirantes; et néanmoins, malgré sa grande sagacité, il manqua cette découverte à laquelle il touchoit de si près. L'ascension de l'eau dans les pompes fut regardée par Galilée comme l'effet d'une aversion pour le vide qu'on attribuoit depuis long-temps à la nature; et il fallut, pour détruire cette erreur devenue en quelque sorte populaire, une de ces circonstances heureuses que le hasard fait naître, et qui, en excitant dans les esprits une vive fermentation,

fécondent les germes des plus brillantes découvertes.

Les fontainiers du grand-duc de Florence firent l'essai d'une construction de pompes aspirantes avec des tuyaux dont la hauteur excédoit trente-deux pieds. L'événement ne justifia point leur attente. L'eau refusa de s'élever au-delà du terme accoutumé. Ils regardèrent ce phénomène comme un caprice de la nature; ils en demandèrent l'explication à Galilée, et celui-ci leur répondit que la force de la nature pour s'opposer à l'existence du vide, avoit une limite déterminée par le poids d'une colonne d'eau de trente-deux pieds de hauteur.

§ III.

Torricelli (1), disciple de Galilée, méditant sur ce phénomène, soupçonna que l'eau s'élevoit dans les pompes aspirantes, par la pression de l'air extérieur; et voici le raisonnement qui Torricelli.

(1) Torricelli, né à Faenza, le premier octobre 1608, mort à Florence le 25 octobre 1647.

le conduisit à vérifier ce soupçon. Quelle que soit la cause qui soutienne une colonne d'eau de trente-deux pieds, cette même force soutiendra une colonne d'un fluide quelconque, pesant autant que la colonne d'eau sur même base; et conséquemment, le mercure qui pèse quatorze fois plus que l'eau, ne sera soutenu qu'à la hauteur d'environ vingt-huit pouces.

Pour appuyer cette conclusion du témoignage de l'expérience, Torricelli prit un tube d'environ trois pieds onze lignes de longueur, scellé par un bout, et ouvert par l'autre. Il le remplit de mercure, le renversa ensuite, après avoir appliqué le doigt sur l'orifice, plaça le bout ouvert dans une cuvette contenant du mercure, retira le doigt, et vit à l'instant même le mercure descendre dans le tube, et se fixer à la hauteur d'environ vingt-huit pouces; résultat important, d'où Toricelli vit jaillir des traits de lumière, répandant une grande clarté, sans dissiper entièrement les nuages qui déroboient la cause du phénomène.

Il est visible, d'après cette expérience, que la même cause détermine l'élévation de l'eau dans les pompes, et celle du mercure dans le

tube : mais on ne peut en conclure d'une manière rigoureuse, que c'est la pesanteur de l'air qui engendre ces phénomènes. Ils fixèrent de nouveau toute l'attention de Torricelli ; et il parvint enfin à deviner que la colonne de mercure suspendue dans le tube, étoit contre-balancée par le poids de la colonne atmosphérique appuyée sur la surface du réservoir. Il eût sans doute imaginé de nouvelles expériences pour mettre cette vérité dans tout son jour; mais une mort prématurée le força de laisser à d'autres le soin de confirmer sa découverte. Elle n'est pas le seul titre sur lequel je fonde sa célébrité.

§ IV.

On doit à Torricelli la première idée de ce principe si ingénieux et si utile : *Lorsque deux poids sont liés ensemble, de manière qu'étant placés à volonté, leur centre de gravité commun ne s'élève ni ne s'abaisse, ils sont en équilibre dans toutes ces positions*. On lui doit d'avoir ajouté à la Théorie de Galilée sur le mouvement accéléré et sur celui des projectiles, plusieurs vérités, parmi lesquelles je distingue la suivante : *Les paraboles que décrivent tous les*

projectiles lancés d'un même point, sous différens angles, avec la même force, sont renfermées dans une courbe qui est elle-même une parabole, et qui les touche. On lui doit enfin d'avoir posé les fondemens de la théorie du mouvement des fluides.

Lorsque l'eau sort d'un petit ajutage horizontal, elle s'élève à peu près à la hauteur du réservoir. Torricelli réfléchit sur ce phénomène; et bientôt il pensa que la vitesse initiale ascensionnelle du liquide devoit être égale à celle d'un corps qui seroit tombé de la hauteur du réservoir. Il en conclut qu'abstraction faite des résistances, les vitesses des écoulemens étoient comme les racines carrées des pressions (1); et cette conclusion ne tarda pas à être confirmée par des expériences que Raphaël Magiotti fit sur les produits de différens ajutages, sous différentes charges d'eau.

Torricelli publia ces diverses découvertes, en mille six cent quarante-quatre, dans son Traité

---

(1) *Voyez* la note 16 du deuxième livre.

De motu gravium naturaliter accelerato. Il y parle avec le plus grand éloge de Benoît Castelli, son ancien maître, et l'un des disciples les plus chéris de Galilée. Il lui fait honneur d'avoir inventé la doctrine de la mesure des eaux courantes; et de l'avoir établie sur des expériences éclairées par une théorie lumineuse. Le petit Traité qui la renferme, réunit la précision et la clarté au mérite de l'invention (1). Castelli.

§ V.

La découverte de la suspension du mercure dans un tube fermé par une extrémité, se répandit avec célérité dans l'Europe savante. Pascal (2) s'en empara le premier : il répéta l'expérience de Torricelli, la varia, en employant des liquides de différente densité; et il obtint d'heureux résultats, qu'il publia à l'âge de vingt-trois ans, dans son ingénieux Traité Pascal.

---

(1) *Voyez* la note 17 du deuxième livre.

(2) Blaise Pascal, né à Clermont en Auvergne, le 19 juin 1623, mort en 1653.

d'expériences sur le vide, qui lui acquit une grande célébrité. Pascal faisoit d'abord servir le principe de l'horreur du vide à l'explication de ces sortes de phénomènes, quoiqu'il eût quelque soupçon de la pesanteur de l'air. Mais bientôt après, il saisit l'idée de Torricelli; et les expériences qu'il fit pour la vérifier, eurent le plus grand succès. Il se procura un vide au-dessus du réservoir du mercure; et l'on vit la colonne suspendue dans le tube, s'abaisser jusqu'au niveau.

Cette expérience étoit sans doute suffisante pour éclairer tous les bons esprits sur la véritable cause de la suspension du mercure dans le tube de Torricelli; mais le préjugé de l'horreur du vide, fortement accrédité dans les écoles, fit imaginer à Pascal de la rendre plus décisive. Perrier, son beau-frère, qui étoit alors à Clermont en Auvergne, fut invité à répéter l'expérience de Torricelli sur la montagne du Puy-de-Dôme, et à observer si la colonne de mercure descendroit dans le tube à mesure qu'il s'éleveroit davantage. Perrier trouva que la hauteur du mercure étoit de vingt-six pouces, trois lignes et demie dans le jardin des pères

Minimes, qui est le lieu le plus bas de la ville de Clermont, tandis que la hauteur du liquide n'étoit que de vingt-trois pouces deux lignes au sommet du Puy-de-Dôme.

Ce résultat, obtenu par Perrier, ne laissa plus de doute sur la cause de la suspension du mercure dans le tube de Torricelli. Pour le rendre sensible à Paris, Pascal choisit la tour Saint-Jacques-de-la-Boucherie, qui est élevée d'environ vingt-cinq toises, et il trouva, dans la hauteur de la colonne de mercure, une différence de plus de deux lignes. Il fit la même expérience dans une maison particulière, haute de quatre-vingt-dix marches, et il trouva très-sensiblement demi-ligne de différence dans la hauteur de la colonne métallique.

§ VI.

La pesanteur de l'air, établie sur des expériences aussi simples et aussi rigoureuses, devoit cesser de paroître équivoque. Elle devint un des principes fondamentaux de la Physique; et ce principe, manié avec adresse, ne tarda pas à dévoiler à Pascal la cause jusqu'alors

inconnue d'un grand nombre de phénomènes; tels sont principalement la difficulté d'écarter les ailes d'un soufflet dont l'ouverture est bien bouchée, et l'ascension de l'eau dans les pompes et les syphons à des hauteurs différentes, suivant leur différente position, par rapport au niveau de la mer. Si Pascal se trompe en attribuant à la pesanteur de l'air la résistance que deux plaques bien polies opposent à leur séparation (1), tout autre se seroit trompé comme lui dans un temps où le moyen de faire cette expérience dans le vide étoit encore parfaitement inconnu.

L'idée de faire servir le tube de Torricelli à mesurer les variations qu'éprouve la pression atmosphérique, n'échappa point à la sagacité de Pascal. Ayez, dit-il (2), un tuyau de verre scellé par en haut, ouvert par en bas, recourbé par le bout ouvert, plein de mercure; soit

(1) Traité de la pesanteur de l'air, pag. 139.

(2) *Ibidem*, pag. 143.

collée le long du tuyau une bande de papier divisée en pouces et en lignes, et l'on verra que la hauteur de la colonne de mercure éprouvera dans le même lieu, mais dans divers temps, des variations qui indiqueront celles de la pression de l'atmosphère.

C'est dans son Traité de la Pesanteur de l'Air, ouvrage remarquable par la précision et la méthode, que Pascal a consacré les idées heureuses et les belles expériences dont nous lui avons fait honneur dans cet article. Quelques auteurs pensent qu'elles ne sont point entièrement étrangères à Descartes. Dans une de ses lettres, datée de 1631 (1), il attribue la suspension du mercure dans un tuyau fermé par son extrémité supérieure, au poids de la colonne atmosphérique élevée jusqu'aux couches supérieures; et dans une autre lettre (2), il prétend avoir communiqué à Pascal l'idée de l'expérience du Puy-de-Dôme, en lui assurant qu'il ne doutoit pas du succès. Il se plaint même

(1) Tom. III, Lettr. 3, pag. 602.

(2) Tom. III, Lettr. 75.

de ce que Pascal ne fait aucune mention de lui dans l'histoire de la découverte. J'abandonne au lecteur le soin du juger combien les plaintes de Descartes sont fondées, et d'apprécier ses prétentions.

§ VII.

Stevin avoit établi, par des raisonnemens fondés sur la nature des fluides, la loi de pression qui les maîtrise; et Pascal trouve le moyen ingénieux de la rendre sensible par des expériences délicates.

On dispose plusieurs vaisseaux (1), l'un cylindrique et vertical, l'autre incliné, le troisième fort large, le quatrième n'est qu'un tuyau très-étroit sans être capillaire, et il aboutit à un vaisseau qui, n'ayant presque pas de hauteur, est très-large par en bas; tous sont remplis d'eau jusqu'à une même hauteur, et l'on fait à la base de chacun une égale ouverture qu'on bouche pour retenir l'eau. L'expérience fait voir qu'il faut une force égale pour empêcher

(1) Traité de l'équilibre des liqueurs, chap. 1, pag. 1.

chaque

chaque bouchon d'abandonner son ouverture, quoique l'eau soit en quantité différente dans ces différens vaisseaux, parce qu'elle est dans tous à une hauteur égale, et la mesure de cette force est le poids de l'eau contenue dans le vaisseau cylindrique et vertical; car, si cette eau pèse cent livres, il faut une force de cent livres pour soutenir chaque bouchon, sans excepter celui du dernier vaisseau, qui se termine par un tuyau si étroit, qu'il ne contient presque pas de liquide. Les fluides pressent donc en vertu de leur hauteur perpendiculaire, quelle que soit leur quantité et la forme des vases qui les renferment.

Ce principe acquiert entre les mains de Pascal une grande fécondité; il en voit naître toutes les propriétés de l'équilibre des fluides, dont la plupart avoient échappé à la sagacité de Stevin et de Galilée. Suivons avec Pascal le développement de ce principe.

On prend un vaisseau plein d'eau (1), fermé de toute part; on y pratique deux ouvertures,

(1) Traité de l'équilibre des liqueurs, chap. 2, pag. 6.

dont l'une est centuple de l'autre ; on adapte à chacune un piston qui la remplit exactement ; on charge le piston comme un d'un poids comme un ; le piston comme cent d'un poids comme cent : les poids et les pistons sont en équilibre. Ce phénomène, dit Pascal, ne peut exciter la surprise; car si l'un de ces pistons pèse cent fois plus que l'autre, il touche cent fois plus de molécules d'eau ; chacune est également pressée, et conséquemment toutes doivent être en repos. Il en sera de même si un vaisseau plein d'eau a deux ouvertures à chacune desquelles on adapte un tuyau, et qu'on verse de l'eau dans l'un et dans l'autre à la même hauteur. Les colonnes liquides ayant même hauteur, sont dans le rapport de leurs grosseurs, c'est-à-dire de leurs ouvertures. Ces deux colonnes sont véritablement deux pistons pesans à proportion des ouvertures; ce qui fait naître l'équilibre.

De là vient, dit Pascal, que l'eau s'élève à la hauteur de sa source ; de là vient que, si on verse un liquide quelconque dans un tuyau qui communique avec un autre à la faveur d'une

base commune, le liquide s'élève dans le second tuyau jusqu'à ce qu'il soit arrivé à la même hauteur, et alors l'équilibre s'établit. Cela n'arrivera point si l'on met dans un des tuyaux du mercure et dans l'autre de l'eau. Il faut, dans cette hypothèse, combiner les hauteurs avec les densités, pour avoir une mesure exacte des pressions. L'équilibre ne peut donc s'établir que lorsque les densités sont en raison réciproque des hauteurs.

Pascal détermine ensuite, avec le même succès, les conditions d'équilibre d'un solide avec un liquide dans lequel il est immergé. Il fait voir qu'un solide plongé dans un liquide, est pressé de toute part par le liquide. Les pressions latérales se détruisent ; mais la pression qui s'exerce sur la base inférieure l'emporte sur celle qui s'exerce sur la base supérieure ; et cet excès de pression égale le poids du volume du liquide déplacé par le solide : de sorte qu'un solide plongé dans l'eau, y est porté de la même manière que s'il étoit dans un bassin de balance dont l'autre seroit chargé d'un volume d'eau égal au sien; et il en résulte que,

s'il est plus pesant que l'eau, il tombe; s'il est plus léger, il monte; s'il pèse également, il reste immobile à la place où il se trouve du moment qu'il est immergé (1).

(1) Traité de l'équilibre des liqueurs, chap. 4.

CHAPITRE VI.

Tableau des Progrès de la Physique entre les mains de Gassendi, Mersenne, Rohaut, etc.

§ Ier.

GASSENDI (1) étoit contemporain et compatriote de Descartes. Doués tous deux de l'esprit philosophique, ils employèrent en même temps les mêmes armes pour attaquer, pour détrôner Aristote ; mais, après la victoire, ils se partagèrent son empire, et l'on vit les Physiciens de leur temps se diviser en Gassendistes et en Carthésiens. Gassendi devint le défenseur de la doctrine d'Épicure, non de cette doctrine impie qui abandonne au hasard la construction

Gassendi.

(1) Pierre Gassendi, né à Chanterfier, près de Digne, en 1592, mort le 25 octobre 1655.

et la conservation de l'univers, mais de cette doctrine saine qui reconnoît le vide et l'existence des atomes.

La lumière est un corps, dit ce philosophe, et elle se compose d'atomes, c'est-à-dire de molécules de matière, douées d'une extrême ténuité, auxquelles il accorde la forme sphérique, comme étant la plus propre à favoriser le mouvement. Elle se propage en ligne droite par des rayons divergens, et la clarté qu'elle répand s'affoiblit en raison directe du carré de la distance (1). Lorsque dans sa course rapide elle rencontre des obstacles, elle se réfléchit ou se réfracte suivant une loi constante; et ce sont les diverses réflexions et réfractions qu'elle éprouve qui donnent naissance à ces couleurs variées dont souvent elle nous offre le spectacle (2). Ces idées sont saines. Il me semble entendre Newton s'exprimant par la bouche de Gassendi. Si celui-ci se trompe sur l'origine

---

(1) *Gassendi, Physic., sect.* 1, *lib.* 6, *de Luce, cap.* 11, *pag.* 423 *et seq.*

(2) Ibidem, *de Colore, cap.* 12, *pag.* 433.

des couleurs, c'est une erreur du temps; il seroit injuste de lui en faire le reproche. C'est assez pour Gassendi de détruire les qualités occultes d'Aristote, et d'affirmer que les couleurs existent dans la lumière. Telle est la marche de l'esprit humain : une erreur révoltante fait place à une autre qui l'est moins, et la vérité ne se montre avec les caractères de l'évidence, que lorsque les idées ont éprouvé dans les esprits une vive fermentation qui leur donne la maturité.

§ II.

On peut reprocher à Gassendi d'avoir poussé trop loin l'enthousiasme pour la doctrine des atomes. Il attribue à leur présence le froid, le chaud, l'odeur, la saveur, le son lui-même considéré comme sensation; quoiqu'il reconnoisse l'existence de ces ondes aériennes qui se forment autour du corps sonore au moment de la percussion, et qui, d'après ses propres expériences dont j'aurai occasion de parler dans un des chapitres suivans, se répandent suivant toutes sortes de directions, avec une

vîtesse déterminée sur laquelle l'intensité du son n'a jamais aucune influence (1).

Il existe entre les sons graves et les sons aigus une différence justement appréciée par Gassendi : il la fait dépendre, non comme Aristote, de la lenteur ou de la vîtesse du son, mais du nombre des ondes aériennes produites dans un certain temps. Le son est d'autant plus grave que le nombre des ondes est moindre, il est d'autant plus aigu que les secousses dans l'air sont plus fréquentes (2).

§ III.

Gassendi joignoit aux talens du philosophe les qualités d'un bon observateur. On lui doit la première observation du passage de Mercure sur le Soleil : il observa aussi l'obliquité de l'écliptique et la libration de la lune, découverte par Galilée. Il mesura le diamètre du

---

(1) *Gassendi Physica*, *sect.* 1, *lib.* 6, *de Sono*, *cap.* 10, *p.* 418.

(2) *Ibidem.*

soleil, embrassa le système du mouvement de la terre, et défendit avec chaleur la théorie de la chute des corps, établie par Galilée, contre les attaques d'un mauvais Physicien séduit par de faux raisonnemens et par des expériences illusoires (1).

§ IV.

Le père Mersenne (2) devint l'un des correspondans de Descartes, après avoir été le compagnon de ses études. Il se rendit recommandable, sinon par les qualités du génie, du moins par une grande érudition et par un zèle éclairé pour les progrès de la Physique. Ses divers écrits, parmi lesquels je distingue l'*Harmonie universelle*, offrent un immense recueil d'expériences et d'observations, souvent frivoles, quelquefois intéressantes, et qui ont principalement pour objet les phénomènes du Le P. Mersenne

(1) *Voyez* la note 18 du deuxième livre.

(1) Marin Mersenne, né en 1588, fut élevé à La Flèche avec Descartes; il mourut en 1548.

son, les lois de la chute des corps, l'écoulement des fluides et la résistance des solides.

La première idée du télescope à réflexion appartient au père Mersenne. Il est fâcheux que Descartes, à qui il la communiqua, l'ait détourné du projet qu'il avoit de la réaliser.

§ V.

Rohaut. Rohaut étoit disciple de Descartes (1) et l'un des plus ardens défenseurs de sa doctrine; il conserva, néanmoins, pour la philosophie d'Aristote quelque reste d'attachement. Il combine ses principes, la matière, la forme, la privation avec les trois élémens de Descartes; et il croit voir naître de cette combinaison l'explication la plus satisfaisante des phénomènes du ciel et des phénomènes de la terre. L'ouvrage où Rohaut a consacré ces idées avec leurs développemens, est un traité de Physique qui n'a aujourd'hui aucun prix, mais qui étoit très-estimé à l'époque de sa publication, c'est-à-dire,

(1) Rohaut, né à Amiens en 1620, mourut en 1765.

dans un temps où les idées de Descartes, si propres à charmer l'imagination, venoient de remplacer les absurdités révoltantes du philosophe de la Grèce (1).

On ne peut refuser à Rohaut cette espèce de sagacité qui rend ingénieux à répéter, avec des modifications avantageuses, les expériences connues. Je citerai à l'appui de cette assertion l'expérience par laquelle Rohaut rend sensible l'explication du phénomène de l'arc-en-ciel, proposée par Descartes.

Rohaut place trois boules de verre pleines d'eau, les unes au-dessus des autres; la plus élevée fait avec l'axe de la vision un angle de quarante-un degrés quarante-six minutes environ; celle du milieu, un angle de quarante-un degrés trente minutes; la plus basse, un angle de quarante-un degrés quatorze minutes. La première donne du rouge, la seconde du jaune et la dernière du bleu. La même boule, placée successivement dans ces trois différentes positions, donne ces trois couleurs; et Rohaut en conclut que dans l'arc-en-ciel intérieur les

(1) *Voyez* la note 19 du deuxième livre.

rayons rouges font, avec l'axe de la vision, un angle de quarante-un degrés quarante-six minutes; les rayons jaunes, un angle de quarante-un degrés trente minutes; les rayons bleus, un angle de quarante-un degrés quatorze minutes. Dans l'arc-en-ciel intérieur artificiel, Rohaut couvre le dessus des boules : point de couleurs ; donc les rayons entrent par la partie supérieure. Dans l'arc-en-ciel extérieur, Rohaut couvre avec du papier la partie inférieure des boules de verre : point de couleurs; donc les rayons entrent par la partie inférieure.

Pierre Petit.

Pierre Petit (1) mérite d'être cité honorablement dans cette histoire. Il publia sur diverses branches de Physique (2) divers ouvrages écrits avec ordre et clarté : ils décèlent un bon esprit et un exact observateur. On lui doit d'avoir, le premier, démontré par l'expérience la loi de la réfraction publiée par Descartes, et d'avoir ainsi contribué à dissiper d'épais nuages dont quelques Physiciens s'efforçoient d'envelopper son existence.

(1) Pierre Petit, né en 1598, mourut en 1677.

(2) Pierre Petit publia plusieurs dissertations sur le froid, le chaud, le feu, la lumière, etc.

§ VI.

L'Italie possédoit dans le même temps le P. Riccioli (1) et le P. Grimaldi (2), qui travailloient de concert à l'avancement de diverses branches de Physique. Le premier, marchant sur les traces de Ptolémée, recueillit avec soin toutes les observations connues, toutes les connoissances acquises, pour en composer son Almageste. C'étoient des matériaux précieux qu'il préparoit à l'homme de génie qui formeroit l'entreprise hardie d'élever l'édifice de la science. Il fit plus; il essaya de le construire (3); mais il le fonda sur des bases fragiles qui, du moment de sa naissance, présagèrent sa destruction. Riccioli.

Le reproche qu'on fait à Riccioli, d'avoir combattu le système de Copernic, et d'avoir

(1) Riccioli, né en 1592, mourut en 1671.

(2) Grimaldi, né en 1619, mourut en 1663.

(3) *Voyez* son livre, qui a pour titre: *Astronomia reformata.*

voulu déprécier les belles découvertes de Kepler, est un reproche bien fondé (1); mais, d'un autre côté, on lui doit quelque reconnoissance, pour avoir défendu la Théorie de Galilée sur la chute des corps, pour l'avoir confirmée par diverses expériences; enfin, pour avoir travaillé constamment d'une manière utile, sinon pour la science, du moins pour les savans qui la cultivent.

§ VII.

Grimaldi.

Le P. Grimaldi rivalisoit avec Riccioli, de zèle et d'ardeur pour l'étude de la nature; mais il le surpassoit par la trempe de son esprit, par la justesse de ses vues. On lui doit une Sélénographie, où les taches de la lune sont désignées par les noms des philosophes. Cette nomenclature fut accueillie d'abord avec le plus grand empressement; et elle subsiste encore aujourd'hui avec des modifications que le temps a amenées.

---

(1) *Voyez* la note 20 du deuxième livre.

Le P. Grimaldi s'est rendu principalement recommandable par la découverte d'une nouvelle propriété de la lumière. Ce fluide nous vient du soleil et des étoiles par la route la plus courte, lorsqu'il ne rencontre aucun obstacle. Les corps opaques le repoussent; les milieux diaphanes le brisent, le réfractent, lorsque son incidence est oblique; et ces changemens de direction sont des bienfaits de la nature. La réflexion nous fait jouir du spectacle de ses merveilles; et la réfraction augmente la puissance de l'organe de la vision, en concentrant sur un même point de la rétine un plus grand nombre de rayons. Ces phénomènes étoient connus. Il en est un dont on n'eût peut-être jamais soupçonné l'existence, si Grimaldi ne l'eût rendu sensible par une expérience délicate. Il introduisit par un très-petit orifice un rayon lumineux dans une chambre obscure; et il vit avec surprise que les ombres projetées par des corps légers, situés au voisinage du rayon, étoient sensiblement agrandies. Il vit de plus, que ces ombres étoient bordées de trois franges lumineuses, parallèles entre elles; et qu'en augmentant la grandeur de l'orifice, les franges se dilatoient et se mêloient ensemble, de manière

qu'on ne pouvoit les distinguer (1). Grimaldi donna le nom de diffraction à ce nouveau phénomène. Le temps n'étoit point venu de l'expliquer d'une manière satisfaisante. Passons à Grimaldi les mauvaises explications qu'il en donne, en faveur de sa découverte et de l'importante remarque qu'il a faite de la dilatation du faisceau des rayons solaires par le prisme.

Le P. Fabri. Le P. Fabri (2) jouissoit alors d'une réputation acquise par des connoissances variées, et par divers ouvrages dont la plupart étoient peu dignes de l'accueil qu'ils reçurent à l'époque de leur publication. Il fit des efforts inutiles pour découvrir les lois de la communication du mouvement, défendit avec opiniâtreté le système de l'immobilité de la terre (3), et attaqua avec une intrépidité révoltante, la plupart des découvertes de Galilée et des bons Physiciens de son temps.

---

(1) *Physico mathesis, de Lumine.*

(2) Honoré Fabri, né en 1606, mourut en 1688.

(3) *Voyez* la note 21 du deuxième livre.

CHAPITRE

CHAPITRE VII.

Tableau des Progrès de la Physique entre les mains de Otto de Guerike, Kirker, etc.

§ Ier.

Torricelli avoit mis en équilibre une colonne de mercure avec une colonne atmosphérique de même base; et Pascal avoit varié l'expérience en employant des liquides de différente densité. Cette manière de peser l'air est indirecte; elle est d'ailleurs visiblement insuffisante, lorsqu'on cherche le poids d'une masse d'air déterminée. Pour obtenir ce résultat, il faut peser un vase tantôt plein et tantôt vide d'air. La différence des poids donne celui de l'air que le vase renferme. Mais comment extraire tout l'air contenu dans un vaisseau, de manière qu'il n'y reste aucune substance pondérable. Tel est le problème dont Otto de Guerike (1) a donné Otto de Guerike.

(1) Otto de Guerike, bourguemestre de Magdebourg, né en 1602, mourut à Hambourg en 1686.

le premier, la solution, en imaginant cette machine connue sous le nom de *machine pneumatique*, dont l'invention a tant contribué à l'avancement de la Physique.

§ II.

La découverte de la machine pneumatique a eu, comme toutes les inventions humaines, sa naissance et ses progrès, avant d'atteindre sa limite de perfection. Otto de Guerike essaya d'abord de faire le vide dans un tonneau plein d'eau et exactement fermé de toute part, à la faveur d'une pompe aspirante adaptée à sa partie inférieure. Trois hommes pleins de force et de vigueur furent employés à mettre le piston en jeu, et à déterminer le passage de l'eau dans le corps de pompe. Mais à peine une partie du vaisseau fut évacuée, que l'air pesant sur sa surface, se fraya une route à travers le bois, et se précipita avec impétuosité dans le tonneau.

Pour obvier à cet inconvénient, Otto de Guerike plaça ce même tonneau plein d'eau, et muni de sa pompe aspirante, dans un autre plus large, qu'il remplit également d'eau. Le piston fut mis en jeu; et l'évacuation paroissoit

achevée, lorsqu'un bruit considérable annonça le passage de l'eau à travers les pores du bois, et son entrée impétueuse dans le vaisseau évacué.

Celui qui interroge la nature, n'obtient jamais, à la première interrogation, une réponse décisive. La première expérience qu'il fait ne sert ordinairement qu'à montrer la vraie manière de la faire. Elle indique les obstacles qui nuisent à la précision des résultats. Ici, c'est la grande porosité du bois qui s'oppose à l'existence du vide. Otto de Guerike en est instruit; il se sert de globes métalliques, et l'expérience a du succès. Il employa ensuite un ballon de de verre, qui s'ajustoit à la pompe par sa tubulure. La pompe étoit soutenue par un pied, et le pied se composoit de trois montans de fer, surmontés d'une tablette métallique percée dans le milieu, pour recevoir le tuyau d'aspiration. Si l'on ajoute à cela un robinet adapté à la tubulure du ballon, l'on aura les principaux élémens de la machine pneumatique, dont nous devons à Otto de Guerike l'existence (1).

---

(1) *Experimenta nova*, *Magdeburg.*, *lib.* 3, *cap.* 4, *pag.* 76.

§ III.

Cette machine est imparfaite, et son principal défaut vient de la forme du récipient, qui ne permet pas d'y introduire des corps d'un volume un peu considérable. Elle servit néanmoins à son auteur pour démontrer la pesanteur de l'air d'une manière rigoureuse, pour rendre sensibles divers effets de sa pression; enfin pour établir plusieurs autres belles propriétés de ce fluide aériforme.

Tout le monde connoît ces deux fameux hémisphères métalliques concaves, qui ont tiré leur nom du lieu qui les a vus naître (1), joints ensemble par le moyen d'un cuir mouillé, et dans lesquels on fait le vide, à l'aide de la machine pneumatique. Otto de Guerike fit atteler à chacun d'eux, suivant la grandeur de leur diamètre, huit ou douze chevaux qui, tirant horizontalement en sens contraire, ne purent vaincre la résistance qu'opposoit à leur sépara-

(1) Ces hémisphères sont connus sous le nom de *hémisphères de Magdebourg*.

tion la pression de l'atmosphère (1). Il fit voir que la forme sphérique est la seule qui puisse garantir un récipient de verre du danger de la fracture. Si sa surface supérieure est plane, il éprouve une pression verticale qui détermine sa rupture, du moment que cette pression cesse d'être contre-balancée par la réaction de l'air intérieur. C'est sans doute cette réaction qui conserve aux corps mous et fragiles, la forme que leur a donnée la nature, et qui rend les animaux tout-à-fait insensibles au poids de la colonne atmosphérique, qui ne cesse un seul instant de menacer leur existence.

§ IV.

Sénèque avoit annoncé l'élasticité de l'air; Otto de Guerike saisit avec empressement l'occasion que lui offre la pompe pneumatique, de rendre sensible cette belle propriété. Il met dans le récipient une vessie presque vide d'air, et exactement fermée (2). La vessie enfle du

(1) *Experimenta nova Magdeb. lib.* 3, *cap.* 33, *p.* 104 *et seq.*

(2) Ibid, *lib.* 3, *cap.* 33, *p.* 116.

moment que le piston est mis en jeu; et cet effet a visiblement pour cause la dilatation de l'air intérieur, qui augmente quelquefois, au point de briser l'enveloppe qui le renferme.

Otto de Guerike tire de cette expérience, et de plusieurs autres semblables, des conséquences qui jettent du jour sur la constitution de l'atmosphère. Elle se compose de couches fluides plus ou moins denses, suivant qu'elles sont plus ou moins voisines de la surface de la terre. Une bulle d'air, prise dans les couches que nous habitons, est comprimée par le poids de l'atmosphère. Mais, du moment qu'on la débarrasse de ce poids, elle se dilate; et si cette dilatation s'effectuoit dans le vide, elle n'auroit d'autre terme que celui où la pesanteur de la bulle, qui la sollicite vers le centre de la terre, seroit en équilibre avec l'élasticité qui tend sans cesse à l'en éloigner (1).

---

(1) *Experimenta nova Magdeb., lib.* 3, *cap.* 33, *pag.* 117.

§ V.

L'influence de l'air sur les phénomènes du son, de la respiration et de la combustion, étoit entièrement ignorée, lorsque la pompe pneumatique offrit à Otto de Guerike, un moyen facile de l'apprécier. Il suspend une petite horloge à réveil dans un récipient dont il pompe l'air avec exactitude; aucun son ne se fait entendre. Il introduit un peu d'air dans le récipient, et aussitôt il entend un son foible qui se fortifie à mesure que l'air rentre (1).

Il étoit aisé de conclure de cette expérience, que l'air est le milieu qui propage le son. Cependant, ces vibrations successives que le corps sonore excite dans l'air environnant, et qui, parvenues à l'organe de l'ouïe, donnent naissance à la sensation du son, échappèrent entièrement à la sagacité du célèbre consul de Magdebourg. Il regarde la sonorité comme une

---

(1) *Experimenta nova Magdeb. lib.* 3, *cap.* 5, *p.* 91.

propriété qu'ont certains corps de laisser échapper, dans l'acte de la collision, des molécules de matière, douées d'une extrême ténuité, et auxquelles tous les corps fluides ou solides prêtent un passage d'autant plus facile, que leur rarité est plus grande (1).

La nature a donné au fluide qui enveloppe la terre, la propriété d'alimenter notre existence; Otto de Guerike la rend sensible, en introduisant des animaux de différente espèce dans un récipient qu'il purge d'air (2). Il reconnoît la nécessité de sa présence dans l'acte de la combustion (3). Je dis plus; l'absorption d'air qui a lieu dans toute combustion, n'échappe point à sa grande sagacité. Il introduit une bougie allumée sous une cloche pleine d'air, et renversée sur l'eau. L'activité de la flamme diminue, la bougie s'éteint, et l'eau monte jus-

---

(1) *Experimenta nova Magdeb.*, *lib.* 4, *cap.* 10, *pag.* 138.

(2) Ibid, *lib.* 3, *cap.* 16, *pag.* 92.

(3) Ibid, *lib.* 3, *cap.* 12, *pag.* 89.

qu'à une certaine hauteur dans la cloche; de manière, ajoute Otto de Guerike, que l'air absorbé est au moins la dixième partie de celui que la cloche renfermoit avant la combustion de la bougie. Otto de Guerike s'occupe ensuite de découvrir pourquoi la bougie s'éteint; et il ne tarde pas à reconnoître que c'est l'impureté de l'air restant qui détermine l'extinction (1).

§ VI.

Les communications littéraires n'étoient point encore établies; les découvertes se répandoient avec une extrême lenteur, et l'existence du tube de Torricelli étoit tout-à-fait inconnue au consul de Magdebourg. Le baromètre qu'il faisoit servir habituellement à son usage, se compose d'une petite statue aussi légère que l'air, renfermée sous une cloche de verre, pleine de ce fluide, et qui, s'élevant ou s'abaissant, suivant que la densité de l'air augmente ou diminue, indique avec le doigt, sur une planche graduée, les variations qu'éprouve la pression de l'atmosphère.

---

(1) *Experimenta nova Magdeb.*, *lib.* 3, *cap.* 13, *pag.* 90.

Otto de Guerike imagina aussi un thermomètre qui consiste principalement en un globe de verre plein d'air qui communique avec celui de l'atmosphère à la faveur d'un orifice. Le globe est suspendu à l'un des bras d'une bonne balance, et équilibré par un poids attaché à l'extrémité de l'autre bras. S'il survient dans l'atmosphère une augmentation de température, l'air intérieur se dilate, le globe devient plus léger, et l'équilibre est rompu en faveur du contre-poids. Le contraire arrive, si la température de l'atmosphère diminue (1).

Parmi les Physiciens qui ont précédé Otto de Guerike dans la carrière des sciences, il n'en est aucun qui ait tracé un tableau aussi complet des propriétés qui distinguent le fluide atmosphérique. Il a secoué, le premier, l'antique préjugé qui attribuoit à l'air la simplicité élémentaire. Il le regarde comme formé de molécules de matière extrêmement déliées, qu'exhalent sans cesse tous les corps dont le globe terrestre se compose, et qui s'élèvent

---

(1) *Experimenta nova Magdeb.*, *lib.* 3, *cap.* 37, *pag.* 124.

par leur légéreté sur sa surface. Le temps n'étoit point encore venu où la chimie, prêtant son flambeau à la Physique, devoit nous éclairer parfaitement sur la nature de l'air, et sur l'exacte proportion des principes dont ce fluide se compose.

§ VII.

L'électricité arrachée par Gilbert aux dégoûts d'une trop longue enfance, se fortifia sensiblement entre les mains du célèbre consul de Magdebourg. Il avoit reconnu dans le soleil et dans la terre, diverses propriétés qu'il entreprit de faire partager à un globe de soufre enfilé par un axe fixé par ses extrémités. Ce globe, animé par un mouvement de rotation, éprouvoit contre la main appliquée sur sa surface, un frottement qui donna naissance à des phénomènes remarquables. Des feuilles d'or, des plumes légères, en un mot, des corps quelconques, doués d'une grande ténuité, furent subitement attirés par le globe. Ce phénomène étoit connu; mais ce qui excita la surprise, c'est qu'après le contact, le globe exerçoit sur ces petits corps une force répulsive, qui déterminoit leur éloignement avec ces deux circons-

tances importantes. 1°. Aucun de ces corps légers ne retournoit vers le globe, que lorsque le hasard lui avoit ménagé le contact d'un corps non électrisé (1). 2°. Les plumes s'éloignant du globe, lui présentoient constamment la même face (2). Otto de Guerike crut voir dans ces phénomènes une imitation parfaite des attractions et répulsions que le globe terrestre exerce sur les corps situés dans sa sphère d'activité. Il pensa que la même cause détermine les plumes repoussées par le globe à lui présenter constamment la même face, et la lune à montrer toujours le même hémisphère à la terre.

Un jour viendra, peut-être, où les attractions électriques et les attractions planétaires seront ramenées à une cause unique, dont la connoissance attestera également la grande simplicité et l'excessive fécondité de la nature. Mais, il faut l'avouer, l'état actuel de la Physique ne nous permet pas de les confondre. Ce n'est qu'en

---

(1) *Experimenta nova Magdeb.*, *lib.* 4, *cap.* 15, *pag.* 147.

(2) Ibid., *lib.* 4, *cap.* 15, *pag.* 149.

frottant le globe de soufre, qu'on lui fait acquérir la propriété d'attirer les corps légers qu'on lui présente : l'attraction dont la lune et les corps plongés dans l'atmosphère terrestre ne cessent de ressentir l'influence, est visiblement indépendante de toute espèce de frottement. L'attraction électrique n'a aucun rapport avec la masse du corps électrisé ; l'attraction de la terre est proportionnelle à la quantité de matière dont le globe terrestre se compose.

Le bruit et la lumière qui accompagnent le frottement du globe de soufre, fixèrent l'attention du consul de Magdebourg. C'est en approchant l'oreille du globe, qu'il reconnut le petillement de la matière électrique; et la clarté qu'elle répand, se manifesta d'une manière sensible, lorsqu'il prit la précaution de frotter le globe dans une profonde obscurité.

Un simple tube de verre étoit l'instrument qui servoit à Gilbert pour ses expériences électriques. Otto de Guerike a eu le premier l'idée heureuse de faire servir à cet usage un globe de soufre tournant sur son axe, à l'aide d'une manivelle; et dès-lors la machine électrique a reçu l'existence des mains même du célèbre

inventeur de la machine pneumatique. Ces deux découvertes, également importantes par leur extrême fécondité, sont un double monument qu'Otto de Guerike a élevé à sa gloire. Elles lui assurent la reconnoissance de la postérité la plus reculée, et lui méritent une des places les plus distinguées dans l'histoire de la science.

§ VIII.

L'Allemagne possédoit dans le même temps un homme distingué par une profonde érudition, et par cette espèce de sagacité qui rend ingénieux à imaginer et à exécuter des expériences plus agréables qu'utiles, plus propres à embellir qu'à enrichir une science. Je veux parler du P. Kirker (1), à qui aucune branche de Physique ne fut étrangère, et à qui l'on doit divers ouvrages estimés. J'entre dans quelques détails.

Kirker.

Si l'on présente une lentille convexe à un objet éclairé, chacun de ses points envoie des

(1) Le P. Kirker, né en 1602, mourut en 1680.

rayons divergens vers la lentille; et celui qui, prolongé, passeroit par le centre, traverse le verre sans changer de direction. On l'appelle *l'axe de la lentille*. Tous les autres abandonnent, en entrant dans le verre, la direction rectiligne, pour s'approcher de la perpendiculaire. Ils s'en éloignent en sortant; et ces diverses déviations tendent à faire réunir ces rayons dans un petit espace qu'on nomme *foyer*. Un œil placé à ce point, verroit l'objet sous un angle beaucoup plus grand que si la lentille étoit absente. Kirker combine ingénieusement cette propriété des lentilles avec les propriétés des miroirs, pour construire une machine trop généralement connue sous le nom de *lanterne magique*, pour que j'en donne ici une plus ample description.

§ IX.

L'existence des miroirs brûlans d'Archimède, proclamée par les historiens de l'antiquité, fut vivement attaquée par Descartes. Il nioit leur possibilité, et Kirker la rétablit d'une manière incontestable, en combinant, comme avoit fait autrefois Anthemius, les effets qui doivent résulter de l'assemblage de plusieurs petits miroirs

plans. Kirker avoit observé que plus un miroir plan est grand, plus il renvoie de lumière sur le plan qui lui est opposé, et qu'un miroir plan d'un pied produisoit, à cent pieds de distance, une image lumineuse d'un quart de pied. Cette observation le porta à employer consécutivement cinq miroirs plans dirigés vers le même point éloigné de cent pieds; et il remarqua que la chaleur y augmentoit à mesure, de sorte qu'elle devint presque insupportable par l'addition du cinquième miroir. Ce résultat rendit sensible la possibilité des miroirs d'Archimède. Il fit voir qu'en multipliant le nombre des miroirs, on produiroit la combustion, à une distance beaucoup plus considérable qu'on ne pourroit le faire avec des miroirs concaves, quelle que fût leur espèce.

§ X.

Le phénomène de la déclinaison de l'aimant a toujours excité la surprise, et fait en même temps le désespoir des Physiciens. Kirker s'occupe de l'éclaircir, sans être effrayé par la difficulté de l'entreprise. Il invite les savans de l'Europe à observer dans leurs contrées respectives, toutes les circonstances qui accompagnent

pagnent ce phénomène. Il recueille avec soin leurs diverses observations; il les compare avec celles qui lui sont propres; et il dresse un tableau qui offre la différence de déclinaison dans toutes les régions de la terre (1). Kirker va plus loin. Pour connoître la raison de cette différence, il place sous l'eau divers aimants, promène sur la surface du liquide une aiguille aimantée, remarque dans sa déclinaison une différence sensible; et il croit en trouver la cause dans la différence des directions et des forces qui animent les écoulemens magnétiques dont l'aiguille ne cesse de ressentir l'influence. De même, dit Kirker, les écoulemens magnétiques qui viennent de divers endroits de la terre, avec des forces et des directions différentes, à cause des inégalités de sa surface, déterminent la déclinaison de l'aiguille, tantôt vers l'orient, tantôt vers l'occident; et cette déclinaison partage elle-même les variations de la force et de la direction magnétique, nécessitées par les feux souterrains qui déchirent

(1) *Artis Magneti.*, *lib.* 2, *part.* 5, *p.* 146.

si fréquemment les entrailles de la terre (1). Kirker avoit emprunté de Gilbert l'idée de regarder la terre comme un grand aimant (2), peut-être même l'explication qu'il donne de la déclinaison; comme Halley a emprunté ensuite de Kirker l'idée d'observer, sur tous les points de la terre la déclinaison de l'aimant et les variations qu'elle éprouve.

§ XI.

L'existence du porte-voix (3) date de la plus haute antiquité. C'est avec un instrument de cette espèce qu'Alexandre-le-Grand se faisoit entendre distinctement de chacun de ses soldats dispersés dans un grand espace, lorsqu'il vouloit les réunir : et Kirker imagine de produire un effet semblable avec un miroir parabolique d'un grand diamètre. Les rayons sonores venant d'une grande distance, arrivent parallèles au miroir, qui les réfléchit à son foyer; et une personne située à ce point, distingue parfaite-

(1) *Artis magnet.*, *lib.* 2, *part.* 5, *pag.* 346.

(2) *Physiolog.*, *Kirker*, *pag.* 138.

(3) *Voyez* la note 22 du deuxième livre.

ment tous les sons, quoique bien éloignée du lieu de leur origine. Kirker fit construire aussi un miroir elliptique, à la faveur duquel deux hommes situés aux deux foyers, pouvoient converser à voix basse, sans crainte d'être entendus par des personnes placées à leur voisinage.

On doit à Kirker l'idée ingénieuse d'avoir fait servir les lois connues de la réfraction de la lumière, à déterminer le rapport des pesanteurs spécifiques des liquides (1). On lui doit d'avoir inventé diverses horloges, parmi lesquelles je distingue les deux suivantes. Dans l'une, c'est un rayon lumineux réfléchi par un miroir qui indique l'heure sur un cadran tracé sur le mur opposé au volet d'une chambre obscure. Dans l'autre, c'est une boule de verre pleine d'eau, qui réunit successivement les rayons solaires sur les divers points d'un cadran. Les rayons concentrés enflamment une matière combustible, et l'heure est annoncée par le bruit qui accompagne l'inflammation.

---

(1) *Voyez* la note 23 du deuxième livre.

Je passe sous silence plusieurs autres expériences curieuses exécutées par Kirker. La nature de cet Ouvrage, et les limites étroites du plan que je me suis prescrit, me commandent ce sacrifice.

§ XII.

Sturmius et Schot.

Otto de Guerike fit dans sa patrie de nombreux prosélytes, parmi lesquels Sturmius (1) et Schot (2) méritent d'être distingués. Ils ont eu une sorte d'influence sur les progrès de la science de la nature, en répandant, soit dans leurs leçons, soit dans leurs écrits, la doctrine de leur maître. L'ouvrage de Sturmius, qui a pour titre *Collegium Experimentale curiosum*, renferme un recueil bien fait d'expériences connues sur diverses branches de Physique. On y trouve des détails curieux sur un projet de machine aérostatique, qu'il attribue à P. François Lana, et dont je parlerai dans une note (3).

(1) Jean-Christophe Sturmius, né à Hippolstein en 1635, fut professeur de Physique à Altorf, où il mourut en 1703.

(2) Gaspard Schot, né dans le diocèse de Wurtzbourg en Franconie, en 1608, mort en 1666.

(3) *Voyez* la note 24 du deuxième livre.

CHAPITRE VIII.

Tableau des Progrès de la Physique entre les mains des Académiciens de Florence.

§ Ier.

S'il est un spectacle qui puisse intéresser le philosophe, c'est sans doute celui que présentent des nations opposées de mœurs, de goûts et d'intérêts, rivalisant d'amour pour l'étude de la nature et de zèle pour sa culture. L'Allemagne contemploit avec une espèce de surprise l'ingénieux Otto de Guerike arrachant chaque jour, par quelque artifice nouveau, quelque nouveau secret à la nature; et dans le même temps l'Italie nourrissoit dans son sein des savans également avides de connoître les phénomènes et la cause qui les fait naître. Leur isolement étoit un obstacle au succès de leurs laborieuses recherches. En 1657, Léopold, grand-duc de Toscane, forma et exécuta le projet de le faire évanouir; et

dès-lors on vit s'élever à Florence, sous les auspices de ce prince, le premier corps académique qui ait existé en Europe. Il se composa d'abord de membres presque tous disciples de Galilée. Ils avoient hérité, sinon du génie de leur maître, du moins de son adresse à manier l'expérience, instrument précieux dont Galilée avoit consacré l'usage dans l'étude de la nature.

§ II.

L'expérience est la pierre de touche des opinions systématiques (1) : la plupart de celles qui régnoient despotiquement dans les écoles ne purent résister à cette épreuve ; et tandis que Otto de Guerike employoit sa machine pneumatique pour combattre la chimère de l'horreur du vide, pour démontrer la pesanteur et l'élasticité de l'air, pour varier les effets de sa pression, les Physiciens de Florence faisoient

(1) La plupart des expériences rapportées dans ce chapitre, ont été puisées dans un Ouvrage qui a pour titre : *Essai d'expériences de Physique faites dans l'académie del Cimento de Florence.*

servir au même objet le tube de Torricelli. Ils imaginèrent de le laisser ouvert des deux côtés et de le surmonter d'un globe dont ils fermoient exactement l'ouverture supérieure à l'aide d'une vessie fortement serrée contre les bords de l'orifice. Les corps qu'ils vouloient soumettre à l'épreuve du vide étoient suspendus dans le globe, et conséquemment plongés dans le mercure.

C'étoient tantôt une vessie presque vide d'air qui s'enfloit du moment que le mercure se précipitoit dans la cuvette, tantôt une pastille combustible qu'enflammoient, après la descente du mercure, les rayons solaires réfléchis par un miroir concave. La pastille enflammée exhaloit une fumée dont la tendance vers le centre de la terre déposoit hautement contre cette légéreté absolue dont quelques partisans d'Aristote s'obstinoient encore à vouloir reconnoître l'existence.

Quelquefois le globe contenoit un tube capillaire dans lequel l'eau restoit constamment au-dessus du niveau, malgré l'absence de l'air dont plusieurs Physiciens soupçonnoient en-

core l'influence sur la production du phénomène (1).

Dans d'autres circonstances, le globe étoit surmonté d'un second contenant de l'eau, et leur communication étoit établie ou interceptée à la faveur d'un robinet. On ouvroit le robinet pour laisser tomber quelques gouttes d'eau sur des feuilles placées dans le globe évacué : les molécules fluides conservoient la sphéricité dans le vide, et conséquemment leur forme est tout-à-fait indépendante de la pression atmosphérique.

Kepler croyoit que c'est l'air qui, comme une feuille d'étain appliquée à la surface postérieure d'une lentille de verre, réfléchit une seconde image de l'objet plus foible et plus languissante que la première. Les académiciens de Florence placèrent la lentille dans le vide; et l'apparition des deux images, telles qu'elles se montrent en plein air, fit voir que ce fluide ne contribue point à les produire : ils suspendirent une aiguille dans le globe évacué, approchèrent à l'extérieur un aimant, et l'aiguille

(1) *Voyez* la note 25 du deuxième livre.

fût attirée à la même distance que lorsque le globe étoit plein d'air.

Ces diverses expériences ne tendent sans doute qu'à démontrer la fausseté des opinions reçues sur la cause des phénomènes; mais dans l'étude de la nature, la destruction d'une erreur, l'anéantissement d'un préjugé, ne doivent-ils point toujours être regardés comme des pas plus ou moins rapides qu'on a faits vers la vérité?

§ III.

Le chancelier Bacon a consacré dans son *Organum novum* (1) diverses preuves de la dureté de l'eau, parmi lesquelles je distingue la suivante. Il fit faire un globe creux de plomb, et, après l'avoir rempli d'eau, il ferma l'orifice avec du plomb fondu; il aplatit ensuite le globe des deux côtés avec un gros marteau, pour forcer l'eau à se resserrer dans un moindre espace; mais ce moyen étant insuffisant, il soumit le globe à l'activité d'une presse, et bientôt l'eau, ne pouvant plus résister à cet effort, se fraya une route à travers les pores du métal.

(1) *Organi novi lib.* 2, *pag.* 290.

Les académiciens de Florence entreprirent, sur le même sujet, des expériences plus exactes (1). Ils firent fondre une grande sphère d'argent, et l'ayant remplie d'eau, ils la fermèrent avec une vis très-solide; ils la frappèrent ensuite légèrement de tous côtés avec un marteau. La capacité du globe diminua, et néanmoins l'eau ne souffrit aucune compression; car à chaque coup on la voyoit suinter à travers les pores du métal.

Une autre expérience relative au même objet me paroît mériter de trouver ici sa place, soit parce qu'elle est ingénieuse, exacte, et néanmoins peu connue, soit parce qu'elle prouve que la force élastique de la vapeur aqueuse n'étoit point étrangère aux Physiciens de Florence.

On prend deux sphères de verre pleines d'eau, qui communiquent par le moyen de leurs tubes; et, après avoir introduit dans les tubes tout l'air possible, en condensant l'eau des sphères par la glace dont on les environne,

---

(1) *Voyez* la note 26 du deuxième livre.

on ferme hermétiquement l'ouverture commune des deux tubes, et l'on fait chauffer l'eau d'une des sphères au point de la faire bouillir, tandis qu'on laisse l'autre dans la glace. La surface de l'eau froide ne baisse point, mais la sphère qui la renferme se brise si elle est de verre; et si elle est de cuivre, l'eau passe à travers la soudure.

On ne peut s'empêcher de reconnoître, dans les conséquences que les Physiciens de Florence tirent de ces expériences, autant de sagesse et de réserve qu'ils ont montré d'exactitude et de sagacité dans la manière de les faire. « Si en répétant, disent-ils, les mêmes expériences dans des vaisseaux d'une plus grande résistance, si, en augmentant la raréfaction de l'eau et la force comprimante de l'air, nous aurions pu parvenir jusques à comprimer l'eau, c'est ce que nous ne pouvons assurer; mais ce qu'il y a de vrai, c'est que l'eau, par rapport à l'air, résiste pour ainsi dire infiniment plus à la compression. »

§ IV.

On avoit observé depuis long-temps que la glace surnage l'eau; et Galilée en avoit conclu que dans son passage de l'état liquide à l'état solide, l'eau acquiert plus de volume, et conséquemment plus de légéreté spécifique. Les académiciens de Florence, voulant soumettre l'opinion de Galilée à l'épreuve de l'expérience, remplirent d'eau des sphères de verre, de cuivre, d'argent et d'or; et, après les avoir fermées hermétiquement, ils les exposèrent à un froid artificiel produit par un mélange de neige et de muriate d'ammoniaque. L'eau se gela, et aucune enveloppe n'échappa à la rupture, excepté celle d'or, dont la mollesse et la flexibilité lui permirent probablement de s'étendre.

Pour apprécier avec exactitude la force qui détermine l'augmentation du volume de l'eau, lorsqu'elle se congèle, on fait geler de l'eau dans une sphère métallique assez épaisse pour résister à son effort; on diminue ensuite sur le tour l'épaisseur de cette sphère jusqu'à ce qu'elle soit telle, que l'eau congelée puisse y causer une

fente : on prend un anneau de même épaisseur et de même matière que la sphère ; on introduit dans cet anneau un cône de fer, et on attache à ce cône un poids qu'on augmente jusqu'à ce que l'anneau éclate ; ce qui donneroit la mesure juste de la force de la congélation, si le métal des sphères étoit également cohérent et sans boursoufflures. C'est en suivant cette méthode des académiciens de Florence, que Mussembrok a trouvé la fermeté d'une sphère de cuivre rompue par la glace, égale au poids de 27,720 livres.

Il restoit à déterminer l'augmentation du volume de l'eau dans son passage de l'état liquide à celui de solide ; et voici deux moyens également ingénieux qui conduisent les Académiciens de Florence à cette détermination. Ils mesurent un cylindre, tantôt fluide, tantôt congelé, et ils trouvent que la hauteur du premier est à celle du second comme 8 à 9.

Dans une seconde expérience, ils pèsent avec une balance très-exacte l'eau mise dans un tube pour être congelée, et celle qui, après la congélation, remplit l'espace occupé par la glace ; le poids de la première est à celui de la

seconde, comme 25 à $28\frac{1}{19}$, rapport à-peu-près le même que celui de 8 à 9.

§ V.

Existe-t-il dans la nature un fluide infiniment délié, qui, tantôt pénètre les pores des corps, et qui tantôt les abandonne, pour produire, suivant les circonstances, l'écartement ou le rapprochement des molécules, pour donner naissance aux sensations de la chaleur et du froid? ou bien le froid a-t-il une cause particulière et positive, qui resserre les pores des corps en les pénétrant, et dont le siége est dans l'air, comme celui du fluide qui produit la chaleur est dans l'astre qui nous éclaire? Les Physiciens étoient partagés entre ces conjectures, lorsque le chancelier Bacon s'éleva contre l'existence d'une matière quelconque qui fît naître ces sortes de phénomènes. Il regarde la chaleur comme un effet produi par un mouvement vibratoire excité dans les molécules des corps chauds et des fluides qui les environnent. Plus ce mouvement est rapide, plus la chaleur est grande; et le froid absolu, s'il existoit dans la nature, consisteroit dans le repos parfait des molécules.

Ces diverses opinions ne pouvoient manquer de fixer l'attention des Académiciens de Florence. Mais, effrayés par le danger des hypothèses, ils les contemplent avec une froide indifférence, et dirigent toute leur activité vers l'étude des phénomènes. On savoit que la chaleur dilate, et que le froid condense les fluides ; mais on ignoroit si tous les solides partagent cette propriété. Les Académiciens de Florence mettent à l'épreuve de l'expérience un grand nombre de corps, tels que le verre, l'étain, le cuivre, etc. Aucun ne se refuse à la loi de la dilatation par la chaleur, qui acquiert ainsi entre les mains des Physiciens qui nous occupent, la généralité qui lui convient.

Ils exposent un miroir concave à une masse de cinq cents livres de glace. La liqueur d'un thermomètre situé à son foyer, ne tarde pas à descendre. Ils couvrent le miroir : la liqueur commence aussitôt à monter ; et cette ascension prouve que le froid direct n'a aucune influence sur la production du premier phénomène.

Ici, je ne puis m'empêcher de louer la sage réserve des Physiciens de Florence, qui enrichissent la science de nouveaux faits, sans se

permettre aucune conséquence favorable ou contraire aux opinions qui agitoient les Physiciens sur la cause des phénomènes. Plusieurs ont cru trouver de nos jours, dans des expériences semblables, des preuves rigoureuses de l'existence des atomes frigorifiques. L'occasion se présentera bientôt d'apprécier leurs prétentions.

§ VI.

Le thermomètre de Drebbel est rempli d'imperfections et de défauts. Il étoit digne du zèle et de la sagacité des Physiciens de Florence de travailler à les faire évanouir. Ils imaginèrent de sceller hermétiquement par le haut un tube de verre, terminé par une boule, après l'avoir rempli d'alcool coloré, jusque vers le milieu de sa hauteur. Ce tube étoit appliqué sur une planche graduée; et les limites de la graduation étoient fixées, l'une par le froid de la neige et de la glace; l'autre par la plus grande chaleur de l'été. Il est visible que tout est vague et arbitraire dans la construction de cette échelle. Deux thermomètres construits suivant cette méthode, parlent chacun une langue différente; et cette défectuosité choquante, jointe

à

à celle de l'altérabilité du liquide employé pour la construction de l'instrument, devoit, dès le moment de sa naissance, faire pressentir sa proscription.

L'humidité partage avec la chaleur, le privilége d'écarter les molécules des corps qu'elle pénètre. Les Physiciens de Florence ont constaté par des expériences exactes, l'existence de cette propriété qui a donné naissance à l'hygromètre, instrument précieux qui sert principalement à mesurer les variations qu'éprouve l'humidité de l'atmosphère. Celui qu'ils imaginèrent a, comme tous les instrumens au moment de leur origine, divers défauts qui en ont fait abandonner l'usage. J'en renvoie la description dans une note particulière, avec quelques détails relatifs à l'auteur, et à l'époque de son invention (1).

§ VII.

L'intensité du son éprouve de fréquentes variations qui dépendent de la force de per-

(1) *Voyez* la note 27 du deuxième livre.

cussion imprimée au corps sonore, et de la densité du milieu élastique dans lequel il se propage. Mais sa vitesse est constamment la même. Le son, fort ou foible, parcourt toujours le même espace dans le même temps. Le bruit d'un mousquet et le bruit d'un canon, dit Gassendi, se font entendre aussitôt à la même distance.

Pour confirmer cette assertion, les Physiciens de Florence font, à la distance d'un mille d'Italie (1), plusieurs décharges d'un gros et d'un petit canon; et ils comptent du temps de l'apparition de la flamme à celui auquel le son se fait entendre, dix vibrations d'un pendule, dont chacune d'une demi-seconde : les décharges ayant été répétées à la moitié de la distance, on ne compta que cinq vibrations.

Lorsqu'on lance une pierre sur la surface d'une eau tranquille, la surface de l'eau se couvre de vagues circulaires qui naissent successivement de la pierre, comme centre, et s'en éloignent toujours parallèlement en augmentant de grandeur, jusqu'à ce qu'enfin rencontrant le bord, elles s'évanouissent et se réfléchissent

(1) Le mille d'Italie est de 3000 coudées, et la coudée d'environ 23 pouces et ½.

les unes sur les autres. De même, dit Gassendi, les mouvemens de vibration excités dans les corps sonores, produisent dans l'air de semblables vagues qui, s'étendant à de grandes distances, dans des cercles concentriques, parviennent à l'organe de l'ouïe.

Ces mouvemens de l'air et de l'eau ont sans doute quelques traits de ressemblance. Mais ils présentent, sous divers rapports, une différence, peut-être même une espèce d'opposition, qui ne permet pas de les confondre, et qui n'échappa point à la sagacité des Académiciens de Florence. Les ondes aériennes, disent ces philosophes, ont toujours la même vitesse, quelle que soit la grandeur ou la force du corps central qui les fait naître; la vitesse des ondes de l'eau varie suivant la largeur de la pierre qu'on lance, et la force qu'on lui imprime. Les ondulations de l'air consistent dans une dilatation et une condensation réciproques de ses différentes parties; mais les parties condensées se dilatent par la force de leur ressort. Les ondulations de l'eau consistent dans un flux et reflux successif et réciproque des parties de l'eau; mais les parties élevées dans le flux descendent par leur pesanteur. Enfin, les ondes aériennes

s'étendent dans les régions de l'atmosphère; suivant toutes les directions imaginables; les vagues de l'eau ne peuvent se former et s'étendre que sur la surface du liquide.

§ VIII.

Suivant Galilée, la pesanteur spécifique de l'air est à celle de l'eau comme 1 à 400; suivant le P. Mersenne, comme 1 à 1300; et suivant Riccioli, comme 1 à 10000. Etonnés de cette énorme diversité de résultats, les Académiciens de Florence dirigèrent vers ces sortes de recherches leur travail et leur activité. Ils prirent un globe de plomb plein d'air, fermé de toute part, et de même pesanteur spécifique que l'eau. Pour le rendre plus pesant, ils le chargèrent au-dehors d'une grande quantité de plomb. Ce composé, pesé à l'aide d'une balance très-exacte, donna dans l'air 31216 grains; et dans l'eau, 4672 grains; dont la différence 26544 grains représente le poids d'un égal volume d'eau.

Le même globe fut rompu par la compression; et, autant que son épaisseur le permit, on

le roula avec tout le plomb dont il étoit chargé. Dans cet état, son poids dans l'air fut de 31209 grains : d'où on conclut que la masse d'air, non comprimée, qui occupoit dans le globe l'espace diminué par la percussion, pesoit 7 grains.

Pesé dans l'eau, le même composé donna 12518 grains qui, soustraits de 31209 (poids du globe rompu dans l'air), donnent le reste de 18191 grains, poids du volume d'eau égal au volume du même composé après la contusion. A présent, si l'on soustrait ce poids de 18691 grains, de l'autre poids de 26544 grains, on a pour reste 7853, qui est le poids d'un volume d'eau égal au volume d'air, qui pèse sept grains; et conséquemment la pesanteur spécifique de l'air est à celle de l'eau, comme 7 à 7853, ou comme 1 à 1122.

Ce résultat, sans doute moins défectueux que les résultats précédens, est néanmoins encore bien éloigné du véritable. Que pouvoit-on attendre d'une méthode compliquée, laborieuse et incertaine? C'est presque toujours avec lenteur, et pour ainsi dire par degrés, que nous verrons l'esprit humain avancer, en simplifiant, en perfectionnant les méthodes.

CHAPITRE XI.

Tableau des Progrès de la Physique entre les mains de Boyle.

§ Ier.

La découverte de la machine pneumatique ne pouvoit rester long-temps concentrée dans le sein de l'Allemagne. La renommée lui donne des ailes; elle franchit les mers, et l'Angleterre lui offre un asile favorable. Le célèbre Boyle (1), qui cultivoit déjà avec succès la science de la nature, s'en empare le premier. Les phénomènes que fait naître la pompe germanique le saisissent d'admiration ; mais il est frappé des défectuosités que présente son mécanisme : il s'occupe de les faire évanouir ; et bientôt cette machine se transforme entre ses mains en une machine nouvelle à laquelle il donne son nom.

Boyle.

(1) Boyle, né à l'Ismore en Irlande, le 26 janvier 1627.

§ II.

La pompe germanique a deux défauts principaux, dont l'un vient de la forme du récipient, qui ne permet pas d'y introduire des corps d'un volume assez considérable; et l'autre, de la construction de la pompe qui, pour faire le vide dans le récipient, commande les efforts combinés et long-temps continués de plusieurs hommes vigoureux.

Pour faire disparoître ces défauts, Boyle appliqua au piston un cric qui lui donna de la mobilité, et il substitua au récipient d'Otto de Guerike une espèce d'entonnoir de verre : il est vrai qu'il s'ajustoit à la pompe par le tuyau étroit qui le termine; mais son ouverture supérieure, suffisamment large pour recevoir toute sorte de corps, dispensoit de le détacher de la pompe lorsqu'on vouloit faire quelque nouvelle expérience. On arrangeoit aisément dans la capacité du vaisseau les corps qu'on vouloit soumettre à l'épreuve du vide, et on le couvroit d'un chapiteau qui fermoit exactement, et au travers duquel l'on pouvoit com-

muniquer des mouvemens sans permettre la rentrée de l'air (1).

Celui qui invente ou perfectionne un instrument, offre au Physicien de nouveaux moyens d'interroger la nature; et ces moyens, stériles entre les mains du vulgaire, reçoivent toujours de l'homme de génie qui sait les manier, une espèce de fécondité qui multiplie la science. Si cette vérité pouvoit paroître équivoque, l'exemple de Boyle secondé de sa pompe pneumatique, suffiroit sans doute pour démontrer son existence. Il l'employa d'abord à rendre sensibles la pesanteur et l'élasticité de l'air par des expériences analogues à celles que faisoient sur le même objet Otto de Guerike et les Physiciens de Florence (2). Il compara l'espace qu'occupe une bulle d'air, prise au voisinage de la terre, à celui qu'elle occuperoit si on la débarrassoit du poids de l'atmosphère; et le rapport qu'il trouva, quoique bien éloigné du véritable, servit du moins à établir la grande

---

(1) *Nova. Experimen. Phys-mecha. præmium. p.* 6 *et seq.*

(2) *Ibid. p.* 33, 40, 43.

élasticité qui distingue le fluide atmosphérique. Il la faisoit dépendre de la forme de ses molécules; il regardoit chacune d'elles comme un petit ressort spiral très-flexible, très-compressible, mais tendant toujours à recouvrer l'état que la compression lui a fait perdre (1).

§ III.

On ne peut suivre Boyle dans le cours de ses travaux sans être étonné de l'immensité de ses ressources pour arracher des secrets à la nature. Tantôt il détruit, à l'aide de sa pompe pneumatique, l'antique préjugé qui faisoit dépendre de la pression atmosphérique la résistance qu'opposent à leur séparation deux marbres dont la surface est bien polie (2); tantôt il renferme successivement dans un récipient évacué des animaux de différente espèce, et apprécie les divers degrés d'influence

(1) *Nova. Experimen. Phys-mecha. præmium. p.* 20 *et seq.*

(2) *Ibid. p.* 200.

de l'air pour alimenter leur existence (1); ici, il décrit avec exactitude les circonstances qui accompagnent l'extinction d'une bougie allumée, ou d'un corps enflammé quelconque, dans un récipient qu'il purge d'air (2); ailleurs, il expose des corps combustibles situés dans le vide, à l'action des rayons solaires réunis à la faveur d'une lentille, et il n'obtient pour résultat qu'une fumée épaisse qui remplit bientôt la capacité du vaisseau (3). Si lés Physiciens de Florence sont parvenus à enflammer des corps par un moyen semblable, cela vient sans doute de l'imperfection du vide produit par la chute du mercure non purgé d'air, dans un tube dont on n'a pas pris soin, avant de le remplir de ce fluide métallique, d'enlever la couche aériforme qui adhère toujours plus ou moins étroitement à sa surface.

§ IV.

Le père Mersenne (4) et les Physiciens de

---

(1) *Voyez* la note 28 du deuxième livre.

(2) *Nova. Experim. Phy-mechan. p.* 66 *et seq.*

(3) *Ibid.* p. 82.

(4) *Mersenne. Harmoni.*

Florence prétendoient que le son se propage dans le vide, et ils appuyoient leurs prétentions sur des expériences illusoires. Otto de Guerike vit mieux que ces philosophes, ou du moins il parvint, à l'aide de sa pompe pneumatique, à obtenir une perfection de vide que ne comportoit point leur manière de le produire. Il affirma que le son ne se répand point dans un espace privé d'air; mais il se trompa en faisant dépendre la sensation du son d'un effluve de matière très-subtile lancée par le corps sonore.

Il étoit digne du célèbre Boyle de fixer ces incertitudes, de montrer, par des expériences exactes, que l'air est le milieu qui propage le son (1), et que c'est à sa force élastique qu'il doit cette propriété. Il soupçonne l'existence de sa faculté dissolvante (2) : elle s'exerce sur les corps odoriférans, auxquels il enlève à chaque instant un grand nombre de molécules douées d'une extrême ténuité ; elle s'exerce

---

(1) *Nova Experim. Phys-mecha. p.* 178.

(2) Boyle. *Suspicion. de latenti. qualitati. aeris, p.* 5 *et seq.*

sur des liquides, tels que l'eau, les acides, etc. Ils perdent, par le contact de l'air, une partie de leur poids, qui ne souffre aucune altération dans le vide : elle s'exerce sur la glace. Boyle mit deux onces de glace en équilibre avec un poids, dans une balance très-exacte, pendant les rigueurs d'une forte gelée. Six heures s'étoient à peine écoulées que la glace, conservant toute sa solidité, avoit perdu dix grains de son poids (1).

Boyle ne nous offre, il est vrai, que des soupçons sur la faculté dissolvante de l'air; mais ces soupçons fondés sur des argumens plausibles, sont déjà un grand pas qu'il fait vers la vérité. Il entrevoit, avec l'œil pénétrant du génie, cette belle propriété à travers le voile mystérieux qui l'enveloppe; il devine un des plus beaux procédés de la nature long-temps avant que Leroy, Physicien ingénieux, la force de s'exprimer d'une manière décisive.

§ V.

Les Physiciens de Florence attribuoient à

(1) Boyle. *De atmospheris. corpor. consisten. p.* 12.

l'eau une incompressibilité, sinon absolue, du moins relative à la foiblesse de nos moyens; et ils fondoient leur opinion sur des expériences qu'on regardoit comme démonstratives, lorsque Boyle parvint à un résultat qui semble déposer en faveur de l'élasticité de ce liquide. Il remplit d'eau un globe d'étain; et après y avoir introduit, à l'aide d'une pompe foulante, une nouvelle quantité de liquide, il fit fermer et souder l'orifice, afin qu'il ne restât plus d'air dans le vaisseau et qu'on n'eût aucun soupçon qu'il en contînt encore. Le globe fut frappé ensuite en tout sens pour forcer le liquide de se resserrer dans un espace plus étroit. On fit entrer, à l'aide d'un marteau, une aiguille dans le globe; et, du moment qu'on la retira, l'eau jaillit par l'orifice jusqu'à la hauteur d'environ trois pieds (1).

Ce phénomène d'eau jaillissante peut, ce me semble, fort bien s'allier avec l'incompressibilité relative du liquide. Boyle pousse avec force dans le globe, plus d'eau qu'il n'en pou-

---

(1) *Nova. Experi. Physi-mecha.* p. 124, 125.

voit naturellement contenir; il a donc dilaté le globe qui, en réagissant, exerce sa vertu élastique sur le fluide qu'il renferme : Boyle force l'aiguille à pénétrer l'épaisseur du globe; il comprime donc en dedans quelques parties du métal, et diminue ainsi la capacité du vaisseau. Il est probable que ces deux causes se combinent pour déterminer la sortie de l'eau et son élévation dans l'atmosphère.

Je passe à une autre expérience plus exacte et plus décisive que la précédente, par laquelle Boyle rend sensible l'élasticité de la vapeur aqueuse à la faveur d'un globe métallique creux auquel est joint un tuyau recourbé dont l'orifice est très-étroit, et qui est connu sous le nom d'*éolipyle*. On échauffe le globe, l'air intérieur se dilate et s'échappe par le tuyau; on plonge promptement le tuyau dans l'eau qui, cédant à la pression de l'air extérieur, s'introduit dans le globe, où elle trouve moins de résistance. Le globe étant en partie plein d'eau, on le soumet à l'action d'une forte chaleur; l'eau qu'il contient se transforme bientôt en un fluide aériforme qui s'échappe avec violence par l'orifice du tuyau; et, lorsque Boyle dirige ce jet impétueux sur un charbon à peine

embrasé, il voit avec surprise que la combustion augmente d'activité et d'énergie (1).

§ VI.

Nous avons vu Galilée, Mersenne, Riccioli, et après eux les Physiciens de Florence, faisant des tentatives inutiles pour déterminer le rapport exact du poids de l'air à celui d'un égal volume d'eau : Boyle s'occupe du même objet avec plus de succès, et il doit cet avantage à la simplicité de sa méthode. Il pèse, à l'aide d'une balance très-exacte, l'éolipyle plein d'air; il l'échauffe ensuite jusqu'à l'incandescence pour chasser tout le fluide qu'il contient, bouche le petit orifice avec de la cire d'un poids connu pour empêcher sa rentrée; et, après avoir ramené l'éolipyle à la température qu'il avoit avant d'être échauffé, il le pèse pour connoître le poids exact de l'éolipyle et celui de l'air qu'il contient. Alors il plonge le bec de l'éolipyle dans l'eau qui remplit bientôt toute sa capacité; il pèse l'éolipyle plein de ce nouveau fluide; et,

(1) *Nova. Experi. Phy.-mecha. experi.* 32, *p.* 145.

en soustrayant du poids trouvé celui de la matière propre du globe, il a le poids de l'eau que l'éolipyle renferme. Ce poids, comparé à celui de l'air que contenoit d'abord le même globe, a donné à Boyle le rapport de 938 à 1 ; et comme il est très-difficile, pour ne pas dire impossible, de faire le vide parfait dans l'éolipyle, et conséquemment de le remplir exactement d'eau, Boyle a cru devoir augmenter le premier terme de ce rapport qui est devenu celui de 1000 à 1 (1), et qui s'est changé ensuite en celui de 814 à 1 dans la seconde continuation de ses expériences.

Pour déterminer le rapport du poids de l'eau à celui d'un égal volume de mercure, Boyle met dans un tube recourbé, à branches très-inégales en longueur, une certaine quantité de mercure qui se met de niveau dans les deux branches, et il verse ensuite de l'eau dans la plus longue : le mercure descend dans cette branche et s'élève dans la plus courte. L'équilibre s'étant établi, Boyle mesure les hauteurs des cylindres d'eau et de mercure correspondant dans les deux branches, et il trouve que la première est à la seconde comme 13 $\frac{92}{131}$ à 1.

(1) *Nova. Experi. Phy.-mecha. experim*, 36, *p.* 256.

Il

Il est visible que ce rapport est celui des pesanteurs spécifiques du mercure et de l'eau; car ces deux cylindres ayant même base, leurs poids sont comme les produits de leurs hauteurs par leurs densités respectives. Dans le cas d'équilibre, les poids sont égaux; les densités sont donc en raison réciproque des hauteurs, et conséquemment le poids du mercure est à celui d'un égal volume d'eau comme 13 $\frac{92}{121}$ à 1 (1).

A ce procédé Boyle en joint un autre qui mérite d'être connu. Il fait souffler à la lampe une boule de verre terminée par un tuyau très-étroit; il pèse la boule, la remplit d'eau et la pèse de nouveau : il la vide ensuite, la remplit de mercure, et la pèse comme auparavant. Le second poids est au premier comme 13 $\frac{10}{28}$ à 1 (2).

Ces moyens sont simples, ingénieux et faciles, mais ils ne sont pas rigoureux; car, lorsqu'on remplit un vase d'eau, la surface supé-

(1) *Nova. Experi. physy.-mecha.*, *p.* 259.

(2) *Ibid. Experi.* 36, *p.* 260.

rieure du liquide est concave ; elle est convexe si on le remplit de mercure (1). Dans le premier cas le vase n'est pas plein; dans le second, il est plus que plein ; on ne peut donc pas se flatter de comparer des volumes exactement égaux de différens fluides. Cet inconvénient a décidé l'abandon de ces méthodes du moment que la découverte de la balance hydrostatique a offert aux Physiciens un moyen très-rigoureux de déterminer les pesanteurs spécifiques de tous les corps solides ou fluides que nous présente la nature.

§ VII.

L'électricité et le magnétisme ne pouvoient manquer de fixer l'attention de Boyle, d'exercer son activité. Il fait le vide dans un récipient qui renferme une aiguille suspendue par son centre, et présente ensuite un aimant à la surface extérieure du récipient. L'aiguille prend du mouvement, et Boyle en conclut, 1° que le verre prête un passage libre et facile à la matière magnétique ; 2° que l'air n'a aucune influence sur la production des phénomènes de l'aimant.

---

(1) *Voyez* la note 29 du deuxième livre.

Boyle suspend un morceau d'ambre frotté au-dessus d'un corps léger dans un récipient; et, après avoir fait le vide, il fait descendre l'ambre auprès du corps léger; celui-ci est attiré comme s'il étoit en plein air : les attractions électriques sont donc, comme les attractions magnétiques, parfaitement indépendantes de la présence de l'air.

La répulsion électrique ne fut point étrangère à Boyle, mais il se borna à observer que des plumes légères, d'abord attirées et ensuite repoussées par des corps électrisés, s'attachoient à ses doigts et à d'autres substances.

Boyle suspend un corps électrisé, et il le voit animé d'un mouvement très-sensible, du moment qu'il lui présente un autre corps : le corps attirant et le corps attiré exercent donc l'un sur l'autre une action réciproque et égale; principe fécond dont Boyle a le premier reconnu et annoncé l'existence, mais qu'il est réservé à Newton de présenter avec tous les développemens qui lui conviennent (1).

---

(1) Boyle, *Méchanical Production of electricity.*

§ VIII.

Je serois accablé par le poids des détails, si je voulois parcourir toutes les branches de Physique sur lesquelles Boyle a répandu de la clarté. Je me borne ici à le montrer aux prises avec la nature, lorsqu'il veut soumettre la lumière à l'épreuve de la balance. Plusieurs fois, dit ce philosophe, tout a été disposé pour cette hardie expérience; mais le ciel se couvrant subitement de nuages, s'est constamment refusé à me laisser jouir assez long-temps de la présence du soleil (1).

Pour peser la flamme, Boyle expose à l'activité d'une chaleur violente divers cylindres métalliques. Ils brûlent, mais en brûlant leur poids augmente; et Boyle regarde comme une preuve non équivoque de la pesanteur de la flamme cette augmentation de poids (2), dont

---

(1) *Experimen. nova de flammæ ponderabilitate præfatio.*

(2) *Ibidem. experi*, 1, 2, 3.

il étoit réservé aux Physiciens modernes de déterminer la véritable cause (1). Personne n'ignore aujourd'hui qu'un corps qui brûle décompose le gaz oxigène, qu'il se combine avec sa base, et que conséquemment son poids doit augmenter dans l'acte de la combustion.

§ IX.

C'étoit loin du tumulte des grandes villes, au sein de la retraite et de la paix, que Boyle se livroit aux sciences avec une ardeur infatigable. Seul avec la nature et les instrumens destinés à l'interroger, il étoit sans cesse occupé à recueillir ses réponses, à interpréter son langage, et cette sorte de culte qu'il lui rendoit n'étoit jamais souillé par le souffle impur de l'intérêt et des passions. En 1659, Charles II montant sur le trône de ses pères, fonda la société royale de Londres sur les débris de quelques sociétés académiques ambulantes ; et Boyle fut appelé pour organiser cette nouvelle institution. Dès-lors sa solitude chérie, ses loisirs, son repos,

---

(1) *Voyez* la note 30 du deuxième livre.

son immense fortune, tout fut sacrifié pour remplir dignement cette honorable mission; et il se crut abondamment dédommagé de tant de sacrifices par la perspective des grands avantages qui devoient nécessairement en résulter pour la gloire de son pays, pour les progrès de la raison, pour l'avancement des sciences.

CHAPITRE X.

Tableau des Progrès de la Physique entre les mains de Huyghens, Wallis, Wren, Hook, etc.

§ Ier.

Le choc des corps est un de ces phénomènes vulgaires qui n'excitent ni plaisir, ni surprise dans l'ame de la multitude, et que les philosophes ont trop long-temps considéré avec une froide indifférence. Descartes s'est lancé le premier dans cette épineuse carrière, et les pas qu'il y a faits, quoique marqués par des chutes, ont servi du moins à frayer la route et à indiquer les écueils.

La Société royale de Londres ne fait pour ainsi dire que de naître, et déjà sa sollicitude pour les progrès des sciences la porte à tourner ses regards vers l'importante recherche des lois de la percussion. Huyghens, Wren,

Wallis (1), tous trois membres de cette illustre Compagnie, s'en occupent avec zèle, et leur travail a le succès que promet l'application lorsqu'un grand talent la seconde. Ils parviennent au même but par des méthodes un peu différentes, dont l'exposition détaillée me feroit franchir les bornes que mon plan me prescrit : j'ai cru pouvoir les ramener à la suivante.

§ II.

Wren, Wallis, Huyghens.

Parmi les corps que nous offre la nature, les uns jouissent, les autres sont privés de l'élasticité, c'est-à-dire de la faculté de recouvrer d'eux-mêmes la figure que la compression leur a fait perdre. Les lois de la communication du mouvement sont communes à tous ; mais elles éprouvent, par l'influence de la force élastique, une modification que nous aurons soin d'apprécier.

---

(1) Chrétien Huyghens, né à la Haie, le 14 avril 1629, mort le 5 juin 1695.

Wren, né à Londres, en 1632, mort en 1723.

Wallis, né à Ashford, dans le comté de Kent, le 23 novembre 1616, mourut le 28 octobre 1703.

Lorsqu'un corps en choque un autre, le premier communique toujours au second une partie de sa force, celle qui est nécessaire pour qu'après le choc ils marchent tous deux avec la même vitesse. S'il en étoit autrement, le corps choqué iroit plus vite ou plus lentement que le choquant. Dans le premier cas, celui-ci ne conserveroit point son état de mouvement aussi long-temps qu'il le pourroit; ce qui est contraire à une des lois de l'inertie dont Descartes nous a déjà fait connoître l'existence : dans le second, l'obstacle ne seroit point levé, il renaîtroit sans cesse; et le but que se propose la nature dans la communication du mouvement seroit entièrement manqué.

Puisque les deux corps ont la même vitesse après le choc, ils ne se séparent point, ils marchent ensemble : les forces se partagent proportionnellement aux masses ; et comme l'existence de la réaction, toujours égale et opposée à l'action, est une loi de la nature, la somme des forces est la même avant et après la collision.

Telles sont les lois de la communication du mouvement, en faisant abstraction de l'élasti-

cité et des obstacles dont les corps en mouvement sont sans cesse environnés sur la surface de la terre; en supposant avec les Physiciens dont j'expose les idées, que les mouvemens ne sont point opposés, et que les centres de pesanteur des corps sont traversés par la ligne de direction du mouvement qui les anime.

Les lois de la communication du mouvement ne changent point lorsque les corps ont du ressort; seulement la force élastique, mise en jeu par la percussion, se combine avec le mouvement que conserve le corps choquant, avec celui que reçoit le corps choqué; et cette combinaison engendre des phénomènes remarquables.

L'élasticité des corps se manifeste non-seulement au point où se fait la collision, mais encore dans le point diamétralement opposé; de manière qu'après le choc, chaque corps élastique est animé par deux ressorts ou par deux forces élastiques dont chacune égale visiblement la force de compression ou le mouvement communiqué. Le corps choquant et le corps choqué sont donc sollicités par trois forces. Je trouve dans le corps choqué le

ressort en avant, le ressort en arrière et le mouvement communiqué : je trouve dans le corps choquant le ressort en avant, le ressort en arrière et le mouvement résidu. Le ressort en avant du corps choquant détruit toujours le ressort en arrière du choqué : celui-ci est donc animé après le choc par le mouvement communiqué et par le ressort en avant. Ces forces sont égales et amies; et conséquemment l'élasticité double toujours la force du corps choqué. Dans le choquant, je ne vois que deux forces effectives, savoir; le ressort en arrière et le mouvement résidu. Quelquefois ces deux forces sont égales; et, comme elles sont toujours opposées, le corps choquant reste en repos : quelquefois le mouvement résidu l'emporte sur le ressort en arrière; et alors le corps se meut sans changer de direction avec la différence de ces forces : quelquefois enfin le mouvement résidu est moindre que la force élastique; et alors le corps prend, après le choc, une marche rétrograde en vertu de la différence de ces forces.

La découverte des lois du choc, dont Wren partage la gloire avec Wallis et Huyghens, n'est pas le seul titre qui lui mérite un rang

distingué parmi les Physiciens : l'historien de la Société royale lui fait honneur de plusieurs inventions ingénieuses et d'un grand nombre d'idées neuves sur différentes branches de Physique. Il est fâcheux que les occupations attachées à la place d'intendant général des bâtimens royaux n'aient pas permis à Wren de donner à ses idées un grand développement, et qu'il ne nous reste qu'une stérile nomenclature de tant de choses importantes et nouvelles qu'on attribue à son génie (1).

§ III.

Huyghens. Il existe entre les oscillations du pendule une égalité de durée qui n'échappa point aux regards attentifs de Galilée. Le premier il eut l'idée de la faire servir à la mesure du temps ; mais comment compter les vibrations qui s'effectuent avec une grande célérité ? comment perpétuer le mouvement du pendule dont la résistance de l'air sollicite sans cesse le repos ? Tels sont les obstacles qui empêchèrent Ga-

(1) *Voyez* la note 31 du deuxième livre.

lilée de réaliser son idée, et que le génie d'Huyghens, secondé par la réflexion, vient à bout de surmonter. Il applique à la partie supérieure du pendule deux palettes disposées de manière qu'à chaque vibration elles ne laissent passer qu'une dent de la roue avec laquelle elles s'engrènent. Le mouvement de la roue se règle sur celui du pendule; et, puisque les vibrations sont toujours égales, les pas de la roue s'effectuent dans le même temps. Cette roue communique son mouvement au rouage qui porte des aiguilles, et qui marque sur un cadran le nombre des vibrations accomplies. Il y a plus; dans cette machine, le poids qui en est le moteur, sollicité à descendre, tend à faire mouvoir la roue : la roue fait un léger effort sur la palette, et rend ainsi au pendule, à chaque vibration, la quantité de mouvement que la résistance de l'air lui fait perdre.

Telle est l'importante machine imaginée et exécutée par Huyghens pour les besoins de la Physique et pour ceux de l'humanité. La première qui sortit de ses mains fut présentée aux Etats de Hollande le 16 juin 1657. Envain a-t-on voulu revendiquer, en faveur de Galilée ou de son fils, la gloire de cette ingénieuse découverte;

cette réclamation, dénuée de preuves, est tombée dans l'oubli.

Accoutumé à la précision géométrique, Huyghens ne tarda pas à former des doutes sur l'exacte uniformité de sa nouvelle horloge. L'égalité des vibrations n'est pas exacte, et les différences, quoique très-petites si on les considère isolément, peuvent devenir sensibles par des additions successives pendant un long intervalle. Pour faire disparoître cet inconvénient, Huyghens emprunta à la géométrie ses figures et son langage; il chercha quelle étoit la courbe le long de laquelle il falloit faire descendre un corps pour que le temps de la chute fût constamment le même, quel que soit le point de cette courbe qui serve de point de départ; et il trouva que cette courbe est la cycloïde. Il ne s'agissoit plus que de faire marcher un pendule le long d'une cycloïde; et voici le moyen qui le conduisit à cette découverte. Si l'on couche un fil le long d'une courbe, et que, saisissant une extrémité de ce fil, on le déplie successivement, cette extrémité décrira une seconde courbe: et Huyghens trouva que la première de ces courbes d'où le fil déroule, étant une cycloïde, la seconde qui se déve-

loppe l'est aussi. Alors Huyghens suspendit la verge de son pendule à des fils de soie, et y plaça, vers le point de suspension, deux petites lames métalliques courbées en arc cycloïdal, afin que ces fils se pliassent sur les lames cycloïdales pendant les oscillations.

Cet ingénieux mécanisme fut d'abord accueilli avec transport : on y a renoncé ensuite, soit à cause de la difficulté de courber exactement des lames en arcs cycloïdaux, soit parce que l'expérience a appris que, pourvu qu'un pendule ne fasse que des oscillations peu étendues, elles sont toutes et constamment égales (1).

Il ne suffit pas de rendre les vibrations isochrones, il faut encore savoir mesurer la durée de chaque vibration, ou plutôt le rapport de cette durée avec la longueur et la forme du pendule. La chose seroit facile si le pendule étoit simple, c'est-à-dire, s'il consistoit en un poids réduit à un point, et situé à l'extrémité d'une verge sans pesanteur. Cela n'est pas : tous les pendules qui servent à nos usages se

(1) *Voyez* la note 32 du deuxième livre.

composent de verges métalliques qui pèsent par plusieurs points; il s'agit donc de déterminer le point du pendule composé qui feroit ses vibrations dans le même temps que ce pendule, si tous les poids y étoient réunis. Cette recherche est celle des centres d'oscillation : Huyghens s'en occupe, et bientôt il donne de cet important problème une solution satisfaisante (1).

§ IV.

Huyghens paroissoit avoir surmonté tous les obstacles qui s'opposoient à l'exacte égalité des oscillations du pendule, et l'on croyoit posséder une horloge qui donnât une mesure précise du temps, lorsque Picard annonça, en 1669, que les horloges à pendule retardoient en été et avançoient en hiver. Voilà une nouvelle source d'inégalité qui excita de la surprise, et dont la véritable cause échappa d'abord à la sagacité des Physiciens. La chaleur dilate tous les corps; elle agrandit leurs dimensions; le pendule devient donc plus long pendant les ardeurs de l'été, et il ne peut franchir ainsi la limite de longueur qui lui est assignée pour

(1) *Voyez* la note 33 du deuxième livre.

battre

battre les secondes sans employer plus de temps à effectuer ses vibrations. Le froid, qui condense les corps, qui rétrécit leurs dimensions, produit des effets contraires, et les horloges avancent pendant les rigueurs de l'hiver.

Pour terminer ici ce que j'ai à dire du pendule, je vais exposer les moyens qui ont servi à faire disparoître ces défauts. Graham, fameux horloger de Londres, attacha à la partie inférieure du pendule un tuyau de verre qui renfermoit du mercure. La chaleur de l'été dilate ce fluide qui, s'élevant dans le tuyau, raccourcit en quelque sorte le pendule, dont la chaleur avoit augmenté la longueur. Pendant l'hiver, le mercure se condense; il descend au fond du tuyau et alonge en quelque sorte le pendule que le froid tend à raccourcir.

Julien Leroy à Paris, et Ellicor à Londres, ont imaginé ensuite un moyen plus ingénieux et plus commode, qui a obtenu la préférence. Il consiste à former la verge du pendule de deux lames, l'une de fer, l'autre de cuivre : comme ces deux métaux s'alongent inégalement par la chaleur, on proportionne les longueurs de ces lames aux changemens qu'elles

éprouvent ; et on les dispose de manière que, si la dilatation du fer alonge le pendule et fait ainsi descendre la lentille qui le termine, la dilatation du cuivre la remonte aussitôt, et de la même quantité : c'est ainsi qu'en opposant la nature à elle-même on a tiré de la cause même qui produit la variation de la longueur du pendule le moyen ingénieux de la faire évanouir.

§ V.

La connoissance de la force centrifuge étoit étrangère aux philosophes de l'antiquité. Descartes l'a reconnue le premier ; mais il s'est borné à en annoncer l'existence : c'est à Huyghens qu'est dû l'honneur d'avoir déterminé sa mesure et les lois qui la maîtrisent dans le mouvement circulaire.

Lorsqu'un corps se meut dans un cercle, il est animé par deux forces, l'une centrale ou centripète, qui le sollicite vers le centre ; et l'autre qu'on nomme force de projection, toujours dirigée suivant la tangente du cercle, au point où se trouve le corps. En se combinant, ces deux forces engendrent la force centrifuge ;

et cette nouvelle force, toujours égale et opposée à la force centrale, la détruit à chaque instant. Le corps ne cesse pourtant pas de se mouvoir, parce que la force centrale renaissant sans cesse, s'unit étroitement à la force de projection pour faire naître la force centrifuge.

Ne perdons pas de vue Huyghens dans le cours de ses profondes recherches. Il s'occupe de fixer la mesure absolue de la force centrale, ou de son égale la force centrifuge. Le mobile, parcourant un des élémens de la courbe circulaire, la force centrale est exprimée par la partie du rayon qui marque de combien le corps s'est approché du centre; et cette partie du rayon est le sinus-verse de l'arc décrit : il égale le carré de l'arc divisé par une constante; cet arc est l'espace parcouru d'un mouvement uniforme pendant la durée d'un instant infiniment petit; il est proportionnel à la vitesse, et il en résulte que la force centrifuge égale le carré de la vitesse.

Cette découverte n'est point stérile entre les mains de son auteur. Suivons les traces de son génie, ce sont celles de l'esprit humain. Nous allons voir cette vérité se développer et en en-

fanter de nouvelles dont il me sera facile de faire sentir l'importance.

Huyghens compare les forces centrifuges de plusieurs corps animés d'un mouvement circulaire. Si les masses et les distances au centre sont égales, les forces sont visiblement comme les carrés des vitesses; si les vitesses et les distances au centre sont les mêmes, les forces sont comme les masses, puisque la masse doit toujours entrer comme élément dans l'estimation de la force; si les vitesses et les masses sont égales, les forces sont comme les distances au centre (1); enfin, si l'on fait varier ces trois élémens à la fois, les forces sont en raison composée des masses, des distances au centre et des carrés des vitesses : mais la vitesse d'un corps qui circule est toujours réciproque au temps qu'il emploie à faire sa révolution. On peut donc substituer aux carrés des vitesses la raison réciproque des carrés des temps; et conséquemment les forces centrifuges sont comme

(1) On peut voir les démonstrations et les développemens de ces vérités dans mon Dictionnaire de Physique, art. *Force centrale*.

les produits des masses et des distances au centre, divisés par les carrés des temps que les corps emploient à faire leurs révolutions; vérité mémorable qui a conduit Newton à dévoiler les mouvemens des corps célestes et à démontrer la loi de la gravitation.

Si quelqu'un regarde cette assertion comme équivoque, qu'il combine cette vérité avec une des lois dont Kepler nous a dévoilé l'existence, celle qui établit une exacte proportionalité entre les cubes des distances moyennes des planètes et les carrés des temps qu'elles emploient à faire leurs révolutions; il verra naître de cette combinaison cet important résultat, savoir, que la force centrale dont les planètes sont animées égale leur distance au soleil, divisée par le cube de cette même distance, c'est-à-dire qu'elle est réciproque au carré de la distance. Les planètes, il est vrai, ne se meuvent point dans des orbes exactement circulaires; mais le rapport constant des carrés des temps des révolutions aux cubes des distances étant indépendant de l'excentricité, il subsisteroit sans doute encore dans le cas où l'excentricité seroit nulle, c'est-à-dire si les planètes décrivoient des orbes parfaitement circulaires.

§ VI.

Hévélius.

Après Galilée, Hévélius (1) s'occupa de tailler les verres, de les polir, et de donner ainsi au télescope quelque degré de perfection. Il fit plus ; il essaya d'augmenter la puissance de l'instrument en donnant au foyer plus de longueur ; mais il n'osa franchir une certaine limite, et ses tentatives se bornèrent à fabriquer des télescopes de quatorze à quinze pieds. Huyghens, dès ses premiers efforts, en construisit un de vingt-trois pieds, qui grossissoit cent fois, tandis que celui d'Hévélius grossissoit à peine cinquante. Huyghens l'employa d'abord à considérer Jupiter et à confirmer la découverte des quatre satellites dont Galilée avoit annoncé l'existence. Il le dirigea vers Saturne, et il aperçut autour de la planète une bande lumineuse s'étendant au dehors pour lui former comme deux anses, que Galilée avoit

(1) Jean Hévélius, né à Dantzick en 1611, mourut en 1687.

Voyez la note 34 du deuxième livre.

comparées à des écuyers destinés à soulager la foiblesse du vieux Saturne, à adoucir les rigueurs de sa décrépitude. Ce phénomène, observé avec soin, offrit à Huyghens le spectacle des plus étonnantes variations. Il vit ces deux anses se rétrécir par degrés et disparoître entièrement. Elles reparurent ensuite, et s'élargirent au point de laisser entre elles et Saturne un espace vide qui rendoit le ciel et les étoiles visibles à l'observateur.

Pour expliquer ces bizarres apparences, Huygens imagina que cette bande lumineuse est une espèce d'anneau circulaire solide propre à réfléchir la lumière, qui joint à une épaisseur très-petite une largeur assez considérable, et dont la situation est inclinée au plan de l'orbite de Saturne. Le mouvement de la Terre et celui de Saturne, dans leurs orbites respectives, doivent nous faire changer continuellement de position à l'égard du plan de cet anneau. Si ce plan prolongé passe par la terre, nous ne voyons l'anneau que par son épaisseur qui, recevant peu de lumière, ne nous en envoie pas assez pour faire impression sur la rétine; et alors l'anneau n'est pas visible. Bientôt après on aperçoit un filet de lumière qui, à mesure que la

terre s'élève au-dessus de l'anneau, s'agrandit successivement, jusqu'à ce que les anses se montrent avec les circonstances qui accompagnent leur apparition.

Cette explication fut reçue, dans son temps, comme une conjecture ingénieuse et plausible. Des observations continuées pendant plus d'un siècle l'ont convertie en certitude. L'existence de l'anneau circulaire de Saturne ne peut être, de nos jours, regardée comme équivoque.

Les soins qu'Huyghens s'étoit donnés pour la découverte de l'anneau, lui valurent celle d'un des satellites de Saturne; et il est probable qu'il seroit parvenu à en découvrir plusieurs autres, s'il eût su se dépouiller de l'antique préjugé qui attribuoit aux nombres des propriétés mystérieuses. Il crut que le nombre des satellites ne pouvoit être ni plus grand ni plus petit que le nombre des planètes, et que conséquemment la découverte qu'il venoit de faire d'un satellite de Saturne complétoit entièrement notre système planétaire. C'est ainsi que l'homme de génie, s'élevant par des qualités éminentes jusqu'à la sublimité du ciel, tient toujours à la terre par quelque foiblesse qui décèle la fragilité de son espèce.

§ VII.

La sphère d'activité des sens que nous tenons de la nature est renfermée dans des limites très-étroites. Les objets doués d'une grande ténuité échappent à nos regards ; et ceux qui ont beaucoup de masse et de volume sont également invisibles lorsqu'ils sont séparés de nous par un immense intervalle. Le microscope et le télescope ont fait disparoître ces défectuosités en agrandissant le domaine de la vision; mais ces nouveaux organes, ajoutés à ceux de l'humanité, doivent à l'homme l'existence. Il semble que la nature ait eu besoin de son secours pour perfectionner le plus parfait de ses ouvrages. Les besoins de la Physique céleste commandent l'invention d'un nouvel instrument qui soit propre à mesurer les petits espaces, les petits intervalles, avec une exactitude rigoureuse : Huyghens conçoit la possibilité de la découverte : c'est assez pour son génie. Il la change en réalité; et le micromètre prend naissance (1).

---

(1) *Voyez* la note 35 du deuxième livre.

§ VIII.

Huyghens étoit disciple de Descartes ; mais loin de suivre son maître comme un aveugle qui se laisse traîner par un guide, il marche avec lui comme un homme éclairé, marche avec un autre homme qui lui offre le flambeau d'une méthode lumineuse. Parmi les diverses hypothèses de Descartes, celle de la propagation de la lumière plut particulièrement à Huyghens : il l'embrassa avec transport; et, lorsqu'il ne fut plus possible de la concilier avec l'observation, il lui fit éprouver des modifications avantageuses qui la transformèrent en une hypothèse nouvelle.

Huyghens trouve entre le son et la lumière plusieurs traits de ressemblance. Le son se propage dans l'air par des ondes dont le corps sonore est le centre. La lumière se répand par ondes dans un fluide infiniment plus délié, plus élastique, plus agité que l'air ; et chaque point du corps lumineux forme une onde dont il est le centre. Lorsqu'une onde est formée par l'agitation d'un point lumineux, il se forme encore dans toute l'étendue qu'elle embrasse autant

d'ondes particulières qu'il y a de points dans le fluide ébranlé : chaque point devient ainsi le centre d'une onde particulière; et toutes ces ondes concourent à fortifier la principale (1). Cette hypothèse se plie entre les mains d'Huyghens à expliquer d'une manière assez satisfaisante les phénomènes de la réflexion et de la réfraction de la lumière. Nous n'hésiterions pas à l'adopter, si le système de l'émission ne nous paroissoit, à bien des titres, devoir obtenir la préférence.

§ IX.

Aristote connoissoit les phénomènes des couronnes et des parhélies (2); mais il les avoit observés avec peu de soin, avec peu d'exactitude. Il avance, et tous les Physiciens ont avancé après lui, jusqu'au dix-septième siècle, qu'on ne voit jamais plus de deux parhélies ensemble, tandis qu'on en observe souvent un plus grand nombre. Scheinerus observa à Rome cinq soleils, le 29 mars 1629; et Hévélius remarqua

(1) *Tractatus de lumine, cap.* 5.

(2) *Voyez* le chap. 2, §. iv du premier livre.

à Dantzick, en 1661, le soleil accompagné de six images solaires, qui le ravirent d'admiration et de surprise. Ces considérations portent à croire, ou du moins à soupçonner que, jusqu'au dix-septième siècle, on n'a regardé comme de vrais parhélies que les deux parhélies latéraux qui sont les plus considérables. On ne faisoit aucune attention aux autres qui sont faibles et languissans.

Huyghens fait ces réflexions judicieuses dans sa Dissertation sur les Couronnes et les Parhélies. Il observe, 1° qu'à l'époque de l'apparition des parhélies, le temps n'est jamais serein; toujours on voit flotter de loin en loin, dans l'atmosphère, de légers nuages qui altèrent sa transparence; 2° que les parhélies se montrent le plus souvent pendant l'hiver, lorsque le vent du nord souffle; 3° que lorsque les parhélies disparoissent, il tombe ordinairement de la pluie, ou même de la neige, sous forme d'aiguilles.

Ces diverses circonstances, combinées avec les lois de la réflexion et de la réfraction de la lumière, conduisent Huyghens à prouver que les parhélies sont formés par la réflexion des

rayons solaires sur un nuage qui lui est opposé d'une certaine manière; et que les couronnes dépendent, comme l'arc-en-ciel, de la réfraction que font souffrir aux rayons solaires les molécules aqueuses dispersées dans l'atmosphère; avec cette différence, que dans l'arc-en-ciel il y a réfraction et réflexion des rayons tandis que la réfraction seule produit le phénomène des couronnes.

Dans son passage de l'état liquide à l'état solide, l'eau acquiert plus de volume. Galilée avoit annoncé ce phénomène. Il fixa ensuite l'attention des Physiciens de Florence; et Huyghens ne dédaigna pas de s'en occuper quelques instans. Il remplit d'eau un canon de fer épais d'un doigt; et, après l'avoir fermé exactement, il l'exposa pendant la nuit en plein air, sur la fenêtre d'une chambre. Au bout de douze heures, le canon fut cassé en deux endroits (1).

§ X.

C'est à Descartes qu'est due la première idée

(1) Histoire de l'Académie, tome I.

d'augmenter (1) l'étendue des variations du baromètre. Il imagina de prendre un tube fort long, d'augmenter son diamètre dans l'endroit où aboutissoit l'extrémité supérieure de la colonne de mercure, en y soudant une fiole cylindrique surmontée d'un autre tube, et de mettre de l'eau sur le mercure en quantité suffisante pour remplir le haut de la fiole et une portion du tube supérieur. Descartes mourut sans avoir exécuté ce plan de construction; et Chanut, alors ambassadeur de France en Suède, à qui Descartes en avoit donné connoissance, fit des efforts inutiles pour le réaliser (2).

Huyghens fut plus heureux : il parvint à construire un baromètre d'après l'idée de Descartes; mais il le trouva sujet à un inconvénient qui lui parut insurmontable. Quelque précaution qu'il pût prendre, l'eau, qui contient toujours de l'air, le laissoit échapper dans le vide lorsque le tube étoit scellé; et cet air, agissant par son ressort, diminuoit la hauteur qu'auroit dû marquer le baromètre.

Cette imperfection détermina Huyghens à

(1) Traité de la pesanteur et de l'équil. des liq. p. 207.

(2) *Ibidem*, p. 208.

changer la construction de l'instrument; et, pour lui conserver ses grandes variations, il imagina celui qui porte le nom de *baromètre double*. Les deux extrémités de la colonne de mercure aboutissent à des cylindres de verre soudés au tube ordinaire; et le cylindre inférieur est joint à un second tube étroit qui s'élève parallèlement au premier tube. On remplit d'alcool une partie du second tube et celle du cylindre inférieur qui n'est point occupée par le mercure. L'alcool suit les mouvemens de la colonne de mercure, il monte et descend dans le second tube; et ses variations de hauteur, dans le tube et dans le cylindre, sont réciproques aux carrés de leur diamètre.

Ce baromètre, quoique préférable à celui de Descartes, a des défauts qui ont décidé son abandon : 1° en diminuant les mouvemens du mercure, on ne diminue pas son adhérence au tube; et, puisqu'une légère variation dans la hauteur du mercure en produit une considérable dans celle de l'alcool, la moindre adhérence du mercure produit une irrégularité très-sensible dans la marche du baromètre. 2°. Le poids de l'air agit sur le mercure par l'entremise de l'alcool qui, renfermé dans un canal

étroit, résiste par le frottement à prendre du mouvement, et sa résistance augmente avec la grandeur de sa colonne; d'où il résulte qu'elle altère plus ou moins la liberté du mouvement, suivant l'espace qu'elle occupe dans le tube. 3° Lorsque le poids de l'atmosphère fait descendre considérablement l'alcool, le tube reste mouillé dans toute l'étendue que le liquide abandonne : le liquide diminue de volume, et sa dépression est plus grande qu'elle ne seroit sans cela. Le tube se sèche ensuite soit par l'écoulement, soit par l'évaporation ; ce qui augmente la résistance que l'alcool trouve à monter quand le poids de l'air diminue. 4° L'évaporation de l'alcool est favorisée par ses balancemens dans le tube ; de manière qu'au bout de quelque temps elle n'indique plus sur les mêmes points de l'échelle la même pression atmosphérique qu'elle avoit d'abord indiquée. Je pourrois ajouter que la chaleur altère la pesanteur spécifique de l'alcool, et que cette altération a plus ou moins d'influence, suivant les circonstances, sur la hauteur du baromètre.

§ XI.

L'historien de la société royale attribue au docteur

docteur Robert Hook (1), un grand nombre d'inventions parmi lesquelles celle de l'usage de la cycloïde pour rendre parfaitement égal le mouvement du pendule lui est entièrement étrangère. La découverte du ressort spiral, qui sert à régler les montres, paroît ne pouvoir lui être disputée ; et cette découverte, précieuse par son importance et son utilité, est un titre à la célébrité (2). Hook.

Le docteur Hook perfectionna le microscope en augmentant le nombre des lentilles dont cet instrument se compose ; et il le fit servir à rendre sensibles des objets doués d'une grande ténuité, qui avoient échappé aux regards attentifs d'un grand nombre d'observateurs (3).

On doit au docteur Hook, l'importante observation des taches de Jupiter et de Mars, et le soupçon bien fondé de la rotation de ces planètes ; mais ce qui fait le plus d'honneur à son

---

(1) Robert Hook, né à Freshwater, le 16 juillet 1638, mourut le 3 mars 1703.

(2) *Voyez* la note 36 du deuxième livre.

(3) Hook. *Micrographie.*

génie, ce sont ses idées lumineuses sur la cause des mouvemens qui animent les corps célestes (1). Il reconnoît que le mouvement en ligne droite est le mouvement naturel des corps. S'ils décrivent un cercle ou une ellipse, c'est qu'ils sont sans cesse détournés par quelque force de la direction rectiligne. Tous les corps célestes ont non-seulement une tendance de toutes les parties vers le centre; mais ils s'attirent mutuellement les uns les autres, et l'attraction est d'autant plus puissante que ces corps sont plus voisins.

Ces principes n'ont sans doute point le mérite de la nouveauté. Le premier étoit connu de Descartes; le second, de Copernic; et le troisième de Kepler. Mais ils étoient isolés dans la tête des inventeurs; et c'est au docteur Hook qu'est due l'idée heureuse de les rapprocher, de les unir, de leur donner ainsi plus de force et de clarté; enfin de les faire servir de base au système de l'univers; il fit plus; il essaya avec quelque succès de les confirmer par des expériences délicates.

---

(1) *An attempt to prove the motion os theearth*, 1674.

Une boule suspendue à un long fil, fait ses vibrations comme un pendule. Hook la frappe latéralement, et il observe qu'au lieu de décrire un arc de cercle dans le plan vertical, comme elle faisoit auparavant, elle se meut horizontalement en décrivant une ellipse ou une courbe semblable autour de la ligne verticale. Ce n'est pas tout: au moyen d'un second fil, il attache une boule plus petite au fil de la première alors en repos dans la ligne verticale; et il fait mouvoir la petite boule circulairement autour de cette ligne. Il met ensuite la grande boule en mouvement comme dans l'expérience précédente. Mais ni l'une ni l'autre des deux boules ne décrit plus une ellipse. Le point qui marchoit dans l'ellipse étoit un point moyen entre elles, et ce point étoit le centre de pesanteur. Hook croit voir la terre et la lune représentées par les deux boules unies dans cette expérience; et il lui paroît en résulter que ce n'est point la terre, mais le centre de pesanteur des deux planètes qui décrit une ellipse autour du soleil.

Hook étoit ingénieux à observer et à interroger la nature. Ses expériences intéressent, et ses idées ont de la grandeur et de l'élévation.

Mais on ne peut s'empêcher d'avouer qu'elles sont insuffisantes. Elles attendent que la nature, toujours lente à se dévoiler entièrement, enfante l'homme de génie, qui doit les saisir, les épurer et leur donner le degré de maturité qui leur convient.

§ XII.

Le docteur Hook modifia avantageusement le baromètre imaginé par Huyghens ; mais malgré ces modifications, cet instrument conserve des défauts essentiels qui en interdisent l'usage.

Le baromètre à poulie, connu aussi sous le nom de *baromètre à cadran*, est une invention ingénieuse qui appartient au docteur Hook. Quelques détails sur le mécanisme de sa construction ne seront point déplacés dans l'Histoire de la Physique.

Sur la surface du mercure renfermé dans un tube ouvert et recourbé par son extrémité inférieure, scellé et renflé par son autre extrémité, repose un petit cylindre de fer suspendu à un fil qui enveloppe une poulie, et dont le mouve-

ment détermine celui de la poulie. A l'autre extrémité du fil est suspendu un poids qui tient le fil tendu, et qui fait presque équilibre avec le petit cylindre de fer. La poulie est traversée par un axe qui porte une longue aiguille, et cette aiguille montre sur un grand cercle gradué les variations de la hauteur de la colonne de mercure suspendue dans le tube. Il est visible qu'à mesure que le mercure s'élève ou s'abaisse sensiblement dans le tube, le petit cylindre de fer doit monter ou descendre, déterminer le mouvement de la poulie, et conséquemment celui de l'aiguille, tantôt dans un sens, tantôt dans un sens opposé. Mais si la pression de l'air éprouve de légères variations, la dépression ou l'élévation du mercure sera très-petite; et conséquemment le petit cylindre de fer ne sera animé que d'un très-léger mouvement, insuffisant sans doute pour vaincre le frottement qui résiste au mouvement de la poulie. Cet instrument ne peut donc servir pour des observations délicates qui exigent une grande précision. Il est utile dans le commerce ordinaire de la vie, parce qu'il fait voir d'un coup d'œil les variations du baromètre, qui sont rendues très-sensibles.

§ XIII.

Dans le même temps l'électricité prit un léger mouvement entre les mains du docteur Wall. Otto de Guerike n'avoit obtenu qu'une foible lueur électrique en frottant son globe de soufre; Wall parvient à produire une lumière considérable en traînant doucement au travers d'une main bien sèche un gros morceau d'ambre auquel il avoit donné la forme d'un cône. Le succès de cette expérience le porta à employer pour frotter l'ambre, diverses substances animales; et bientôt il s'apperçut que la laine est le frottoir le plus favorable au développement de l'électricité. Le morceau d'ambre frotté avec du drap et serré fortement avec sa main, produisit un nombre prodigieux de petits craquemens, et chacun d'eux étoit accompagné d'un petit éclat de lumière. Mais lorsque le frottement étoit doux et léger, il produisoit de la lumière sans produire du craquement. En présentant le doigt à une petite distance de l'ambre, il entendit un grand craquement suivi d'un grand éclat de lumière. Wall compare la lumière électrique à l'éclair, et le craquement au ton-

nerre; il semble donc qu'on ne peut lui disputer l'honneur d'avoir apperçu le premier quelques traits de ressemblance entre les effets de l'électricité et les phénomènes de la foudre.

La propriété qu'a l'ambre de produire de la lumière à l'aide du frottement, n'est pas une propriété exclusive; elle appartient également au jayet, au diamant et à la cire à cacheter. Wall publia ces diverses expériences dans les Transactions philosophiques (1), avec des détails que j'ai cru devoir supprimer pour me renfermer dans les bornes que je me suis prescrites.

---

(1) *Abridgment*, *tom.* 2, *p.* 275.

CHAPITRE XI.

Tableau des Progrès de la Physique entre les mains de Cassini, Mariotte, Regis, etc. etc.

§ Ier.

Les empires fondés par la justice, fortifiés par les conquêtes, n'ont rien à craindre ni des secousses du temps, ni du choc violent des intérêts et des passions. Dans cette heureuse position, s'ils ont encore quelque besoin, c'est sans doute celui d'être embellis par les lettres, par les sciences et les arts. Toujours ils réfléchissent vers le trône d'où émanent les encouragemens et les secours, de la splendeur et de la gloire; et cette sorte de gloire, pure comme la source d'où elle tire son origine, fait éprouver des jouissances sans amertume et sans remords. Jeune encore, Louis XIV sentoit profondément cette importante vérité. Après la conclusion de la paix des Pyrénées, il forma le projet de donner une forte impulsion aux sciences. Le

ministre (1) qui dirigeoit sa jeunesse, en favorisa l'exécution; et en 1666 l'Académie des Sciences reçut une existence nationale. C'étoit un tribunal destiné par le monarque à discuter les opinions qui ont pour objet la philosophie naturelle, à proscrire les préjugés et les erreurs, à proclamer les découvertes. Les Académiciens étoient les juges; et le lieu consacré à leurs séances étoit le sanctuaire où la vérité s'exprimoit par l'organe de ses ministres.

Cette sorte de création est sans doute un grand bienfait pour les sciences; mais ce bienfait en commande de nouveaux qui peuvent seuls en garantir les avantages. Il faut, pour observer les phénomènes du ciel, des quarts de cercle, des sextans, des lunettes de différente force, de différente grandeur, et un lieu favorablement disposé pour ces sortes d'observations. Il faut, pour étudier les phénomènes de la terre, des instrumens propres à interroger la nature, instrumens qui exigent des dépenses souvent au-dessus des facultés du Physicien. Ces besoins de l'Académie naissante parvinrent à Louis XIV par l'organe de son ministre; et

(1) Colbert.

bientôt les secours furent prodigués pour favoriser le succès des recherches expérimentales ; bientôt l'on vit s'élever à Paris un superbe observatoire qui atteste également l'habileté de l'Architecte qui en a tracé le plan (1), et la magnificence du Souverain qui en a ordonné la construction.

Les membres dont se composa d'abord l'Académie des Sciences, étoient des hommes d'un mérite généralement reconnu et d'un talent bien éprouvé (2). Voulant en augmenter le nombre, Louis XIV enleva Cassini à l'Italie, Huyghens à la Hollande, Roëmer au Danemarck, pour les transplanter sur un terrain mieux disposé à féconder les germes du génie ; et l'Académie se fortifia sensiblement de cette triple acquisition.

---

(1) L'Observatoire de Paris est un des chefs-d'œuvre de Perrault et de l'architecture françoise.

(2) Ces premiers Académiciens furent Carcavi, Roberval, Frenicle, Auzout, Picard, Buot, Mariotte, Richer, etc.

§ II.

Dominique Cassini (1) jouissoit d'une réputation méritée par des travaux et des succès, lorsqu'il se rendit aux pressantes invitations du Monarque qui l'appela dans ses états. Son entrée dans la carrière des sciences fut souillée, il est vrai, par le souffle des préjugés. Il croyoit à l'astrologie judiciaire et à la naissance fortuite des comètes ; mais la force de son génie ne tarda pas à l'élever au-dessus des opinions vulgaires; et bientôt il parvint à se dépouiller entièrement de ces vieilles erreurs qui infectoient encore son siècle. Il reconnut dans la marche des comètes cette constance et cette régularité qui caractérisent la permanence. Il alla même jusqu'à prévoir les futures positions de ces astres, et à annoncer avec assez d'exactitude leurs mouvemens et leurs retours. Cassini.

(1) Dominique Cassini, né le 8 juin 1625, dans le comté de Nice, à Perinaldo, mort en 1712.

Jupiter étoit un monde nouveau dont Galilée venoit de faire la conquête, et dont il falloit débrouiller les apparences. Cette entreprise est un jeu pour le génie de Cassini, secondé d'instrumens perfectionnés (1), il découvre la forme elliptique du disque de Jupiter, et estime d'un quinzième l'aplatissement de la planète ; il reconnoît les bandes parallèles qui l'entourent ; démontre son mouvement de rotation en suivant avec soin les phénomènes de l'apparition et de l'absence des taches semées sur sa surface ; observe avec assiduité les éclipses de ses satellites, et fonde sur des observations exactes leur véritable théorie, qui avoit vainement exercé la sagacité des astronomes.

§ III.

Toutes ces découvertes ne coûtent, pour ainsi dire, qu'un regard à Cassini. Bientôt il enrichit le monde de Saturne de quatre nouveaux Satellites, annonce l'existence de la lumière zodiacale (2), et découvre sur la surface

(1) *Voyez* la note 37 du deuxième livre.

(2) *Voyez* la note 38 du deuxième livre.

de Mars et de Vénus des taches animées d'un mouvement périodique qui atteste leur rotation.

Mercure étant situé au voisinage du soleil, et Saturne étant trop éloigné de la terre, nous ne pouvons jouir du spectacle de leurs taches. La première de ces planètes est trop lumineuse, et la seconde trop obscure. Telle est en effet la nature de l'homme physique, que ces deux extrêmes de clarté et d'obscurité dérobent également à ses regards les petits objets et le mouvement qui les anime. On ne peut donc vérifier la rotation de Mercure et de Saturne. Mais l'analogie, ce lien puissant qui unit toutes les parties de l'univers, nous sollicite vivement à généraliser cette importante loi de la nature.

§ IV.

Tandis que Cassini recueilloit dans le domaine du ciel une riche moisson de découvertes, Mariotte parcourant les sentiers de la nature terrestre, marquoit tous ses pas par quelque trait de lumière et de clarté. Un de ses premiers soins fut de rendre sensibles par des expériences délicates les lois de la communication du mouvement, dont les Physiciens de la

Mariotte.

Société royale de Londres venoient de publier l'existence.

Il suspend à deux points fixes deux fils d'égale longueur, à chacun desquels est attachée tantôt une boule de terre glaise molle, tantôt une boule d'ivoire, suivant que les expériences ont pour objet le choc des corps sans ressort, ou celui des corps élastiques. Les deux fils étant tendus par ces boules, elles se trouvent en contact sans exercer l'une sur l'autre la plus légère pression. Derrière les deux fils est un plan vertical où sont tracés deux arcs de cercle, décrits chacun d'un des points fixes comme centre; et ces arcs sont divisés de manière que la distance de chaque division au point du perpendicule croît suivant la progression 1, 2, 3, etc. Si on élève les deux boules d'un côté ou de l'autre par des arcs d'un nombre quelconque de degrés, et qu'on les abandonne en même temps, elles parviennent ensemble au point du perpendicule avec des vitesses mesurées par les hauteurs d'où elles sont descendues; et les hauteurs qu'elles parcourent en remontant, mesurent leur vitesse après le choc (1).

(1) Mariotte. De la Percus. Prop. 1. p. 5, à la Haye.

C'est à l'aide de cette ingénieuse machine que Mariotte trouva un accord satisfaisant entre les résultats de la théorie et ceux que fournit l'expérience. On peut voir dans les ouvrages destinés à l'étude de la Physique le développement des raisonnemens et des expériences de Mariotte (1). Ici je me borne à dire que les lois du choc oblique n'ont point échappé à sa sagacité ; qu'il résulte de ses expériences que le mouvement se perd par un mouvement contraire, c'est-à-dire par celui d'un corps qui va d'un sens directement opposé ; enfin qu'il a le premier rendu sensible l'existence de deux ressorts égaux l'un en avant, l'autre en arrière dans un corps élastique quelconque qui vient d'éprouver l'effort de la percussion (2).

C'est un résultat de théorie et d'expérience, rigoureusement établi par Galilée, que tous les corps abandonnés à eux-mêmes, à une égale distance de la terre devroient se précipiter dans le même temps sur sa surface.

---

(1) Voyez mon Dictionnaire de Physique, art. *Choc des corps.*

(2) Mariotte. De la percussion. Propos. 27, p. 52.

Mariotte soupçonne que la résistance de l'air fait naître la différence des vitesses qui les animent; et la machine pneumatique lui fournit un moyen facile de justifier ses soupçons. Il prend deux cylindres creux de verre, de quinze ou vingt pouces de hauteur, de huit ou dix lignes de diamètre, et il met dans chacun une plume de duvet, large de cinq ou six lignes; après avoir fait le vide dans un de ces cylindres, il ferme exactement leurs ouvertures, il les renverse ensuite subitement, et il voit les petites plumes se précipiter, avec cette différence que celle qui se trouve dans le cylindre plein d'air, emploie trois fois plus de temps pour aller au fond, que la plume située dans le cylindre évacué (1).

§ V.

L'atmosphère terrestre est une mine abondante dont Torricelli et Pascal avoient commencé avec succès l'exploitation. Aidés d'un

---

(1) Mariotte. De la Percussion, Propos. 22, p. 99. A la Haye.

puissant instrument (1). Otto de Guerike et Boyle y découvrirent des trésors; et sans épuiser son excessive fécondité, l'ingénieux Mariotte y trouve de nouvelles richesses qu'il s'empresse de recueillir pour en faire hommage à la science.

L'air jouit de la pesanteur et de l'élasticité : il se dilate ou se condense suivant les circonstances. Il se condense lorsqu'on lui fait éprouver l'effort de la compression; il se dilate en vertu de son ressort lorsqu'on le débarrasse du poids dont il est chargé. L'air que nous respirons est dans un état de condensation qui n'a point atteint sa limite. Boyle est parvenu à lui faire occuper un espace treize fois moindre que celui qu'il occupe. Senguerdius, par une expérience grossière, a trouvé que l'air recouvrant toute sa liberté, n'occupoit dans sa dilatation qu'un espace soixante-quatre fois plus considérable; et Mariotte, par une expérience ingénieuse, qui mérite d'être connue (2), le dilate au point de lui faire occuper un espace quatre

(1) La machine pneumatique.

(2) Mariotte. Discours sur la nature de l'air, p. 173.

mille fois plus grand. Une bouteille pleine d'eau non purgée d'air, et dont le goulot étoit plongé dans un verre à demi-plein du même liquide, reposoit sous le récipient de la machine pneumatique ; on en tira l'air peu à peu, et quelques bulles étant montées au haut de la bouteille, l'eau descendit successivement jusqu'au goulot, et ensuite jusqu'au dessous de la surface de l'eau contenue dans le verre, qui s'étoit élevée par la chute de celle de la bouteille. En cet état, l'air renfermé dans le récipient n'avoit point perdu tout son ressort, puisqu'il soutenoit l'eau du verre au-dessus de celle qui étoit dans le goulot de la bouteille. On fit rentrer l'air dans le récipient ; l'eau remonta dans la bouteille, et il resta seulement dans sa partie supérieure une bulle d'air d'environ deux lignes de diamètre ; cette bulle étant comparée à la capacité de la bouteille, Mariotte trouva par le calcul, qu'elle n'en occupoit pas la 4000me. partie. L'air de cette bulle avoit donc rempli un espace quatre mille fois plus grand, et conservé une partie de son ressort, en vertu de laquelle il faisoit équilibre au poids de la petite quantité d'eau qu'il soutenoit et à l'élasticité de l'air extrêmement raréfié qui étoit encore dans le récipient.

Cette dilatation de l'air, quoique très-considérable, est néanmoins bien loin d'égaler celle des couches aériformes qui habitent les confins de l'atmosphère, et dont le ressort, quoique très-affoibli, exerceroit encore son activité pour les étendre, s'il n'étoit contre-balancé par la pesanteur qui les sollicite vers le centre de la terre (1).

§ VI.

La force élastique de l'air est égale à la force qui le comprime; et conséquemment le ressort d'une bulle d'air, prise dans les couches que nous habitons, fait équilibre au poids de l'atmosphère. Ce principe n'est point stériles entre les mains de Mariotte; il le fait servir avec adresse à établir le rapport inverse de la force élastique d'une masse d'air déterminée à l'espace qu'elle occupe lorsque la température est constante. Il introduit dans la partie supérieure du tube de Torricelli, une quantité d'air suffisante pour la remplir, sans perdre sa densité. L'air se dilate, et le mercure descend dans le tube jusqu'à une certaine limite qu'il

(1) *Voyez* la note 39 du deuxième livre.

lui est impossible de franchir; et cette limite est le point où l'élasticité de l'air, ajoutée au poids de la colonne de mercure, égale la pression de l'atmosphère. Mariotte mesure exactement l'espace qu'occupoit l'air avant d'être dilaté, celui qu'il occupe après la dilatation; et il trouve que ces espaces sont réciproques aux forces élastiques animant successivement la même quantité d'air qui les occupe (1).

§ VII.

Boyle, et après lui les Physiciens de Florence, avoient remarqué qu'un vase plein d'eau naturelle, placé sous le récipient de la machine pneumatique, laisse échapper, après quelques coups de piston, un grand nombre de petites bulles qui vont crever sur la surface du liquide. Si l'eau est tiède, elle bout, du moment qu'on a fait le vide, avec autant d'activité que si elle étoit exposée à l'action de la plus violente chaleur.

Cette expérience rendit sensible la présence

(1) Mariotte. Discours sur la nature de l'air, p. 153 et suiv.

de l'air dans l'eau, et l'influence de la pression atmosphérique sur la forme liquide que l'eau conserve dans nos contrées à la température habituelle de l'atmosphère. Mais on croyoit généralement que l'air contenu dans l'eau s'y trouvoit mêlé simplement avec ce liquide, et que ce mélange n'altéroit aucune propriété du fluide aériforme. C'est une erreur qu'il étoit réservé à Mariotte de détruire par une expérience délicate.

Il fit bouillir de l'huile, et après l'avoir laissé refroidir, il disposa un petit verre cylindrique très-court, de manière qu'il demeuroit droit et renversé sur l'huile dont il étoit entièrement rempli, et dont il excédoit la surface d'environ la moitié de sa hauteur. L'huile fut réchauffée ensuite par dessous, directement vis-à-vis du petit verre, sans voir paroître la moindre bulle d'air. Alors Mariotte fit couler adroitement une petite goutte d'eau vers le milieu de l'huile sous le petit verre ; et continuant à échauffer l'huile, il vit peu de temps après de petites bulles d'air sorties de la goutte d'eau, qui s'élevoient au haut du petit verre, et qui, étant refroidies, occupoient huit ou dix fois plus d'espace que la goutte entière.

Voilà donc une nouvelle propriété de l'air que Mariotte vient de rendre sensible. L'air existe dans l'eau ; mais il n'y est pas dans l'état de simple mélange; il y est pressé et condensé; il y est dans l'état de dissolution, et cette dissolution a avec celle des substances salines de grands traits de ressemblance. L'eau donne également aux sels et à l'air qu'elle dissout sa forme et à peu près sa densité. La faculté dissolvante de l'eau pour les sels et pour l'air diminue également, à mesure qu'elle avance vers son terme de saturation.

§ VIII.

Torricelli avoit établi la loi des vitesses des écoulemens des liquides par de petits orifices. Mariotte fut un des premiers à la saisir et à la mettre en usage. Son Traité du mouvement des eaux renferme un grand nombre d'expériences qui concourent à en confirmer l'existence. Cet ouvrage a été très-utile à la science ; il l'eût été davantage si son auteur eût su éviter quelques erreurs, et surtout s'il eût connu l'effet que fait naître la contraction de la veine fluide, lorsque le liquide s'échappe par des tuyaux additionnels.

Mariotte doué d'un esprit vaste, embrasse dans ses recherches plusieurs autres branches de la science de la nature. Il s'occupe des phénomènes du chaud, du froid, de la vision et des couleurs ; et partout on voit briller sa sagacité à imaginer des expériences, et sa grande dextérité à les exécuter. Il manqua, il est vrai, les belles expériences de Newton sur la lumière, et il crut pouvoir établir sur celles qui lui étoient propres un système qui devoit bientôt s'écrouler (1). Mais la vérité et l'erreur ne sont-elles point quelquefois séparées par des nuances délicates et pour ainsi dire insensibles qui échappent à l'esprit le plus juste et le plus pénétrant.

§ IX.

Auzout (2) et Picard (3), tous deux membres de l'Académie naissante, se distinguèrent dans Auzout et Picard.

(1) *Voyez* la note 40 du deuxième livre.

(2) On ne connoît ni l'époque, ni le lieu de la naissance d'Auzout : il mourut en 1693.

(3) Pierre Picard étoit de la Flèche. On ne connoît point l'année de sa naissance ; il mourut en 1684.

le même temps par des inventions qui ont eu une grande influence sur les progrès de la Physique céleste. Le micromètre imaginé par Huyghens, modifié ensuite avantageusement par le marquis de Malvasia, fut conduit par Auzout à un haut degré de perfection (1). Picard eut l'idée heureuse d'appliquer le télescope au quart de cercle astronomique ; et cette application fit disparoître l'inconvénient qu'avoient les pinnules simples des anciens, de ne laisser jamais paroître distinctement le bord de l'astre qu'on considéroit, et de faire voir les étoiles telles qu'elles se montrent à l'œil nu, c'est-à-dire environnées d'une chevelure incommode qui trompe l'observateur, puisqu'elle donne à ces astres un diamètre apparent beaucoup plus considérable que celui qu'ils ont réellement.

Malgré les tentatives des anciens et les efforts de quelques modernes pour mesurer la terre, on n'avoit encore sur cet objet important que des doutes et des incertitudes, lorsque l'Académie des Sciences s'occupa de les dissiper. Picard, déjà célèbre par des observations délicates, fut chargé de mesurer un degré ter-

(1) *Voyez* la note 41 du deuxième livre.

restre dans les environs de Paris. Pour remplir cette importante mission, il choisit l'espace compris entre Sourdon en Picardie et Malvoisine dans les confins du Gâtinois et du Hurepoix. Ces deux limites, éloignées l'une de l'autre d'environ trente-deux lieues, sont situées à peu près sous le même méridien, et on s'étoit assuré qu'elles pourroient être liées par des triangles avec le grand chemin de Villejuif à Juvisy, qui étoit très-commode pour y placer la base fondamentale de tous les triangles. Il fallut employer treize triangles pour aller de Malvoisine à Sourdon. On partit d'une base de 5663 toises bien mesurées sur le grand chemin. On calcula tous les triangles, et on trouva que l'arc du méridien terrestre compris entre les parallèles de Malvoisine et de Sourdon, étoit de 68,430 toises 3 pieds. Picard s'occupa ensuite de déterminer l'arc céleste correspondant, et il trouva qu'il étoit de 1 degré 11 minutes 57 secondes : d'où il résulte que la longueur d'un degré terrestre, par une latitude de 49 degrés 23 minutes, vaut 57,060 toises.

§ X.

Descartes avoit avancé que la lumière se propage dans un instant indivisible. Galilée eut l'idée de soumettre cette opinion à l'épreuve de l'expérience ; il imagina même un moyen facile de l'exécuter, qu'il a consacré dans le premier dialogue de son Traité de deux sciences nouvelles, et que les Académiciens de Florence employèrent sans succès (1). C'est à Roëmer, danois d'origine (2), mais déjà attaché à la France par les bienfaits de Louis XIV, qu'appartient l'importante découverte de la propagation successive de la lumière. En suivant avec attention et avec assiduité les mouvemens du premier satellite de Jupiter, il reconnut qu'en certains temps le Satellite sortoit de l'ombre projetée par la planète quelques minutes plus tard; et dans d'autres, quelques minutes plus tôt qu'il n'auroit dû faire, suivant les tables. Il compara ces variations, et cette comparaison lui fit voir que le satellite sortoit

Roëmer.

(1) *Voyez* la note 42 du deuxième livre.

(2) Roëmer, né à Copenhague, le 25 septembre 1644, mort le 19 septembre 1710.

plus tard de l'ombre lorsque la terre s'éloignoit de Jupiter; et plus tôt quand elle s'en approchoit. Roëmer en conclut que si le Satellite paroissoit plus tard ou plus tôt, suivant qu'il étoit plus ou moins distant de la terre, cela venoit de ce que la lumière employoit plus de temps à parcourir le premier espace que le second. Dès-lors il annonça aux savans que la propagation de la lumière n'étoit point instantanée, qu'elle parcouroit en onze minutes le diamètre de l'orbite terrestre. Pour confirmer sa découverte, il prédit que les éclipses calculées par la méthode ordinaire, arriveroient au mois de novembre suivant (1), dix minutes plus tard que les instans marqués; et l'événement justifia sa prédiction. Cette découverte a été l'écueil de l'hypothèse de Descartes sur la propagation de la lumière. Il falloit pour la rendre admissible avant que Roëmer publiât l'important résultat de ses observations, accorder aux molécules du fluide destiné à nous transmettre l'action du corps lucide une excessive dureté, ou une élasticité parfaite; et ces deux extrêmes n'existent point dans la nature.

(1) Roëmer fit cette prédiction au commencement de septembre 1676.

§ XI.

Richer.

Richer (1) fit en 1672 un voyage à Cayenne; et il en rapporta plusieurs vérités physiques qui lui ont acquis des droits à la célébrité. La réfraction de la lumière solaire est à peu près la même à l'équateur qu'en France. L'aiguille aimantée, qui s'inclinoit à Paris de 75° du côté du nord, s'inclinoit encore à Cayenne du même côté, de 50°; il n'est donc point vrai, comme on le croyoit alors, que l'aiguille s'incline à l'horizon proportionnellement à la hauteur du pôle.

Ces observations de Richer sont sans doute d'un grand prix pour la science. Mais sous ce rapport elles ne sont pas comparables à celle qui a pour objet la longueur du pendule à secondes; ce pendule, qui est à Paris de 3 pieds 8 lignes ½, est à Caïenne plus court d'une ligne ¼. Cette vérité annoncée par Richer, repose sur des observations réitérées pendant dix mois avec le plus grand soin. Elle trouva néanmoins à l'époque de sa publication de

---

(1) Richer mourut en 1696. On ignore l'époque de sa naissance.

nombreux contradicteurs qui finirent par en reconnoître l'existence.

Regis (1) fut formé à l'école de Rohaut, maître habile de son temps, qui cultiva avec soin les heureuses dispositions de son disciple, et qui lui inspira un goût passionné pour la philosophie de Descartes. Doué d'une facilité séduisante, Regis consacra à l'enseignement les plus belles années de sa vie. Il répandit la doctrine de son maître avec un succès qui fonda sa réputation, et qui lui valut une place parmi les membres de l'Académie des Sciences. Regis s'occupa ensuite de rédiger ses leçons; et bientôt il publia un Système général de philosophie, qui embrasse la Logique, la Métaphysique, la Morale et la Physique. Cet ouvrage eut de la vogue au moment de son apparition. Mais la chute complète du système de Descartes entraîna bientôt celle de tous les ouvrages destinés à en propager les principes. Regis.

Regis attaqua dans un siècle de lumière l'explication satisfaisante que Mallebranche avoit

(1) Pierre Regis, né dans le comté d'Agenois, en 1632.

empruntée d'Alhazen sur la différence de grandeur des astres à l'horizon et au zénit (1). Cette attaque injuste suscita un combat littéraire dans lequel Regis succomba (2); et cette défaite humiliante a effacé, j'ose le dire, le peu de gloire que ce physicien s'étoit acquise.

§ XII.

Après vingt siècles d'une existence languissante, une courte durée a suffi pour donner à la Physique de la vigueur et de l'éclat. Cette heureuse et rapide révolution est le fruit d'une méthode rigoureusement dirigée vers la connoissance des faits, vers l'étude des phénomènes. Tous les savans s'empressent de la saisir ; et plusieurs, secondés par le talent, la manient avec cette adresse qui prépare, qui annonce les découvertes. De toute part on interroge la nature avec une constante activité : pressée des efforts d'un grand nombre de Physiciens, elle se dévoile peu à peu ; et

(1) *Voyez* le 1er livre, chap. 7, § 4.

(2) Le Journal des Savans pour l'année 1694 a été le théâtre de cette guerre littéraire.

chacun s'empresse d'offrir à la science le prix de son travail et de sa peine. La Physique s'enrichit, et déjà son trésor se compose d'un grand nombre d'observations, d'un grand nombre d'expériences. Newton ne pouvoit paroître dans des circonstances plus favorables. Nous allons le voir imaginer de nouveaux instrumens, donner à ceux qui existent plus d'activité et d'énergie, faire de pressantes interrogations à la nature, recueillir avec avidité ses réponses, étudier leur dépendance réciproque, les enchaîner toutes par le double lien de la théorie et du calcul, et conduire ainsi plusieurs branches importantes de Physique au plus haut degré de perfection.

NOTES DU DEUXIÈME LIVRE,

Qui renferment des explications, des discussions et des détails.

NOTE PREMIÈRE.

Descartes débuta par sa méthode qui servit à faire connoître la frivolité et le ridicule de la Philosophie d'Aristote. Tous ceux qui joignoient un bon esprit à la bonne foi furent entièrement désabusés. Ils passèrent de l'erreur au doute, état pénible pour l'esprit humain. Descartes proposa des hypothèses neuves et hardies; elles furent adoptées avec empressement : mais c'étoient des erreurs qui, après avoir servi utilement la science, se dissipèrent pour ainsi dire d'elles-mêmes, pour faire place à la vérité. Le grand point dans la Philosophie naturelle, c'est que ceux qui la cultivent pensent

pensent d'après eux-mêmes. Ils pourront sans doute se tromper quelquefois; mais l'erreur n'est pas toujours un obstacle à l'avancement des sciences. Son règne est agité par des dissensions et des discordes. La vérité seule est paisible; et les hommes dont les opinions sont affranchies du joug de l'autorité, finissent toujours par se réunir dans son empire.

NOTE II.

Un grand nombre d'expériences démontrent que la quantité de mouvement ne reste pas toujours la même. Il suffit, pour s'en convaincre, de faire attention à ce qui arrive lorsque deux boules de plomb ou deux boules de terre glaise molle, de même masse, se choquent directement en sens contraire avec la même vîtesse. Après le choc elles sont réduites au repos, d'où il résulte que les mouvemens opposés se détruisent. Il est vrai que si les boules sont élastiques, elles se meuvent après le choc, avec la même vîtesse suivant une direction opposée à leur première direction. Mais personne n'ignore aujourd'hui que le mouvement a été entièrement détruit au moment du choc, et que la vîtesse qui les

anime après le choc, est produite par le ressort qui égale toujours le mouvement perdu dans deux boules de même masse se choquant directement en sens contraire avec la même vîtesse.

NOTE III.

Voici les cinq lois du choc que Descartes déduit des principes sur lesquels il fonde la communication du mouvement. Ces lois ne regardent que les corps qui jouiroient d'une parfaite dureté.

Première Loi.

Si deux corps égaux se choquent avec des vîtesses égales, ils se réfléchiront en arrière, chacun avec la vîtesse qui l'animoit avant le choc.

Deuxième Loi.

Si ces deux corps ont différente masse et même vîtesse, le plus petit seul sera réfléchi, et ils iront tous les deux du même côté avec la vîtesse qu'ils avoient avant le choc.

Troisième Loi.

Si deux corps de même masse viennent à se choquer en sens contraire avec des vitesses inégales, celui qui est animé d'une vitesse moindre, sera entraîné de manière que leur vitesse commune sera égale à la moitié de la somme de celles qu'ils avoient avant le choc.

Quatrième Loi.

Si l'un des deux corps est en repos, et que l'autre ayant moins de masse vienne le choquer, celui-ci se réfléchira sans lui communiquer le moindre mouvement.

Cinquième Loi.

Si un corps en repos est choqué par un plus grand, ils marcheront ensemble après le choc, suivant la même direction, avec une vitesse qui sera à celle du corps choquant, comme la masse de celui-ci est à la somme des deux masses. Le corps en repos ayant une masse comme 1, et l'autre une masse comme 2, leur vitesse commune après le choc, sera

les $\frac{2}{3}$ de celle du corps choquant. Cette loi est la seule où Descartes ait rencontré la vérité.

La première loi est visiblement fausse. Deux corps parfaitement durs, égaux en masse et en vitesse, qui se choquent directement, ne doivent point se réfléchir. Ils doivent rester en repos ; car la force de chacun est uniquement employée à détruire le mouvement de l'autre ; et comme ils sont supposés sans ressort, il n'y a aucune cause capable de rétablir le mouvement détruit ; d'ailleurs le ressort ne seroit d'aucune utilité si les corps qui en sont entièrement privés avoient la faculté de se réfléchir lorsqu'ils se choquent.

En raisonnant conséquemment aux notions exactes qu'on doit avoir du mouvement, il est aisé de se convaincre de la fausseté de la seconde loi de Descartes. Lorsque deux corps de différente masse viennent se choquer avec la même vitesse, le plus petit ne doit point se réfléchir ; son mouvement doit être détruit dans le choc, ainsi qu'un mouvement égal dans le corps qui a plus de masse. Ce qui reste de mouvement après le choc doit se partager proportionnellement aux masses des deux corps

qui doivent marcher dans la direction du plus grand.

Je passe sous silence la troisième loi, pour m'occuper un instant de la quatrième. Descartes prétend que lorsqu'un corps en repos est choqué par un autre dont la masse est tant soit peu plus petite, celui-ci ne pouvant le mettre en mouvement, est forcé de se réfléchir avec toute la vitesse qui l'animoit avant le choc. L'expérience atteste la fausseté de cette loi. Une boule non élastique suspendue par une corde, est mise en mouvement par une boule plus petite qui la choque.

On ne peut réfléchir un instant sur les lois de Descartes, sans s'apercevoir d'un défaut de liaison et d'analogie. Lorsque deux corps ayant même vitesse et même masse se rencontrent, ils se réfléchissent suivant Descartes. Mais diminuons tant soit peu la masse d'un des deux, Descartes veut qu'alors le plus petit se réfléchisse avec toute sa vitesse, et que le plus grand continue de se mouvoir avec la sienne toute entière. Comment concevoir qu'un changement aussi léger puisse produire un effet aussi opposé. Ce n'est point là la marche de

la nature; jamais elle ne nous offre le spectacle d'un mouvement qui se change brusquement en repos ou en mouvement contraire.

NOTE IV.

L'eau se compose, suivant Descartes, de parties longues, unies, glissantes, qui se plient et s'entrelacent, sans jamais pouvoir s'accrocher ; mais toutes ces parties ne sont pas de la même grandeur. Les plus grosses ne peuvent être pliées comme les autres par l'action de la matière subtile, ni même simplement agitées sans l'entremise des plus petites. Les eaux de la mer, continue Descartes, sont formées de ces parties les plus grosses, et c'est ce qui constitue leur salure. Ces eaux ont un goût piquant qui diffère de celui des eaux douces, parce que les parties qui les composent ne pouvant être pliées par la matière subtile qui les environne, elles doivent toujours entrer de pointe dans les pores de la langue, et conséquemment y pénétrer assez avant pour la piquer ; au lieu que celles qui forment l'eau douce coulent seulement par-dessus, toutes couchées à cause de la facilité qu'elles ont de se plier.

Si les nues se changent en vapeurs, elles causent des vents ; lorsqu'elles descendent ou s'abaissent tout-à-coup, elles chassent l'air avec violence et produisent des explosions. Quelquefois une nue très-pesante et très-étendue descend subitement d'une grande hauteur, et alors elle cause infailliblement une tempête.

Les orages, accompagnés de tonnerres, d'éclairs, de tourbillons et de foudre, viennent de ce que plusieurs nues étant situées les unes sur les autres, les plus élevées se précipitent tout-à-coup sur les plus basses et les entraînent sur d'autres nues avec un bruit impétueux (1).

La plupart des météores sont produits dans des régions inaccessibles, par des êtres que nous ne pouvons saisir pour les soumettre à nos épreuves. Les Physiciens ne peuvent donc former que des soupçons sur la cause de ces phénomènes ; ils ne peuvent offrir que des conjectures sur le mécanisme de leur formation. Celles que propose Descartes ressemblent beaucoup à celles des philosophes de la Grèce ; les unes et les autres nous paroissent

(1) Descartes, Meteor. Discou. 7.

également inadmissibles, parce que les découvertes modernes sur l'électricité et sur les gaz nous ont mis à même d'imiter, jusqu'à un certain point, la nature dans la production des plus redoutables météores.

NOTE V.

Les opinions sont partagées sur le compte de Drebbel. Plusieurs écrivains prétendent qu'il étoit fils d'un paysan de la Nort-Hollande; d'autres assurent qu'il étoit né à Alcmaer, où il avoit reçu une brillante éducation. Ceux-ci lui accordent de l'instruction et des talens; ceux-là lui refusent les qualités d'un bon esprit développé par la culture. Les uns lui font honneur de la découverte du microscope et de celle du thermomètre; les autres ne lui laissent pas même la gloire de l'invention du thermomètre. François Lana (1) attribue le thermomètre à Robert Flud (2); et Polenus (3)

(1) François Lana, né en 1637.

(2) Robert Flud, né à Milgate, dans la province de Kent, en 1574, mort à Londres en 1637.

(3) *In Institutio. Philosoph. experimen.*

en fait honneur à Sanctorius, parce qu'il en est question dans son commentaire sur Avicènes. Samuel Reyhero (1) regarde Drebbel comme le véritable inventeur de cet instrument, et il paroît que son témoignage a fixé sur cet objet l'opinion des physiciens.

Je ne connois qu'un ouvrage de Drebbel, il est peu volumineux et il a pour titre, *de Natura Elementorum.* La lecture rapide que j'en ai faite ne m'a pas paru propre à donner une haute idée du talent de son auteur.

Je dois dire un mot d'un thermomètre fondé sur les mêmes principes que celui de Drebbel, et dont Sturmius parle avec détail dans le premier volume de son *Collegium experimentale curiosum.* Il consiste en un tube de verre très-étroit, sans être tout-à-fait capillaire, et terminé par une boule creuse de verre. Après avoir rempli d'eau la moitié de la capacité de la boule, on renverse le tube, et l'on voit un cylindre d'eau suspendu au milieu du tube. Ce cylindre d'eau descend lorsque la chaleur di-

(1) Samuel Reyhero, Dissertat. de aere.

minue ; il monte lorsque la chaleur augmente. Duhamel attribue l'invention de ce thermomètre à Boyle (1), qui en parle dans un de ses ouvrages ; Sturmius et F. Lana en font honneur au grand-duc de Toscane.

NOTE VI.

Scheiner.

Le P. Scheiner et Jean Fabricius ont disputé à Galilée la gloire de la découverte des taches du soleil ; nous allons examiner leurs prétentions et les motifs sur lesquels elles reposent.

Pour apprécier les prétentions du P. Scheiner (2), nous ne pouvons mieux faire que de l'écouter lui-même dans la première lettre qu'il écrivit à Marc Velser, et qui doit être regardée comme l'expression la plus naïve des droits qu'il croyoit avoir à cette découverte. Il dit dans cette lettre, datée du 11 novembre 1611, qu'il y avoit sept à huit mois que, regardant le soleil à l'aide d'un télescope, il aperçut sur son disque quelques taches noirâtres qui

(1) *Nova experim. physic. mechanic. experim.*, 35.

(2) Christophe Scheiner, né en 1575, mourut en 1650.

d'abord ne fixèrent point son attention. Le mois d'octobre suivant il contempla de nouveau le soleil, et il partagea avec son compagnon d'observation une espèce d'étonnement causé par le spectacle des taches semées sur la surface de cet astre. Ils continuèrent à observer pendant un mois et demi, et ils trouvèrent que ces taches étoient animées d'un mouvement progressif vers le bord du disque solaire.

Quelques plaisans ajoutent que le P. Scheiner communiqua sa découverte au provincial de son ordre, et que celui-ci lui répondit : « J'ai lu plusieurs fois mon Aristote tout entier, et je puis vous assurer que je n'y ai trouvé rien de semblable. Allez, mon fils, ajouta-t-il, tranquillisez-vous, et soyez certain que ce sont des défauts de vos verres ou de vos yeux, que vous prenez pour des taches dans le soleil. » Quoi qu'il en soit, le provincial ne voulut point permettre au P. Scheiner de publier sa découverte. Il lui laissa seulement la liberté d'en faire part à son ami, le sénateur Marc Velser, magistrat d'Augsbourg. Scheiner lui écrivit trois lettres qui furent imprimées l'année suivante 1612.

Velser écrivit à Galilée pour lui faire part

de la découverte du P. Scheiner, et sa lettre contient un passage qui semble annoncer qu'à l'époque où Velser écrivoit, il couroit déjà quelque bruit venant d'Italie, sur les taches du soleil. Galilée lui répondit qu'en effet ce phénomène lui étoit connu depuis environ dix-huit mois, et qu'il l'avoit montré à des personnes distinguées; ce qui, vu la date de cette réponse, remonte vers les premiers mois de l'année 1611.

Jean Fabricius publia, au mois de juin de l'année 1611, un écrit ayant pour titre : *De maculis in sole visis et earum cum sole revolutione narratio*. Si l'on doit quelque foi à la date des ouvrages imprimés, on ne peut disputer à Jean Fabricius l'honneur d'avoir publié le premier le phénomène des taches solaires.

NOTE VII.

Galilée fut traduit au tribunal de l'Inquisition en 1615, et on le renvoya au commencement de 1616. C'est alors qu'il s'occupa, dans le silence, de ses dialogues sur les trois fameux systèmes du monde. Après les avoir terminés, il obtint la permission de les faire imprimer,

et l'ouvrage parut en 1632. C'est un dialogue entre trois interlocuteurs, dont l'un est le seigneur Sagredo, son ancien ami; le second est lui-même, sous le nom de Salviati, et le troisième, un péripapéticien, appelé Simplicio. Ce dernier ne paroît dans le dialogue que pour être battu de la manière la plus complète et la plus humiliante. Le succès de cet ouvrage et le ridicule qu'il jeta sur les adversaires de Copernic, réveillèrent l'envie; et l'envie dénonça une seconde fois Galilée au tribunal de l'Inquisition. Sept cardinaux le jugèrent, et le 22 mai 1633, l'arrêt suivant fut prononcé. *Soutenir que le soleil immobile occupe le centre du monde, est une proposition absurde, fausse en philosophie, et hérétique, puisqu'elle contrarie le témoignage de l'Ecriture. Il est également absurde et faux en philosophie, de dire que la terre n'est point immobile au centre du monde; et cette proposition, considérée théologiquement, est au moins erronée dans la foi.* Ce n'est pas tout, Galilée fut forcé de signer l'abjuration suivante: *Moi, Galilée, à la soixante-dixième année de mon âge, constitué personnellement en justice, étant à genoux, et ayant devant les yeux les saints Evangiles que je touche de mes propres mains, d'un cœur et*

d'une foi sincère, j'abjure, je maudis et je déteste les absurdités, erreurs, etc.

NOTE VIII.

Le même principe sert à Galilée pour établir les vérités suivantes. Il fait voir, 1° que si d'un point quelconque, d'une droite verticale AC, par exemple, que je suppose aboutir à l'extrémité supérieure A, d'un plan incliné, on mène sur le plan une perpendiculaire, elle le divise en deux parties, dont la supérieure sera parcourue par le mobile dans le même temps qu'il emploieroit à tomber de A en C. 2.° Que les temps de la chute le long de toutes les cordes d'un même cercle sont égaux entre eux. 3.° Qu'un corps qui roule le long de plusieurs plans différemment inclinés, ou le long d'une courbe quelconque, a toujours, à la fin de sa chute, la même vitesse qu'il auroit acquise de la même hauteur perpendiculaire. Cette proposition n'est exacte que lorsque les plans successifs font entre eux un angle infiniment obtus. Alors la perte de vitesse à chaque changement de plan, n'est qu'une partie infiniment petite de la vitesse acquise. Il est vrai qu'il y a dans une courbe une infinité de

changemens de direction; d'où l'on pourroit conclure qu'il y a une infinité de portions infiniment petites de la vîtesse qui sont perdues; mais il est aisé de détruire cette objection, en répondant que cet infiniment petit n'est que du 2.e ordre; de manière que dans une courbe, à chaque changement de plan infiniment petit, il ne se fait qu'une perte de vîtesse, égale à un infiniment petit du 2.e ordre. Le mobile peut donc faire une infinité de pertes semblables, et n'avoir perdu qu'une portion infiniment petite de la vîtesse qu'il auroit acquise en roulant le long d'un seul plan.

NOTE IX.

Si avant le seizième siècle quelqu'un avoit annoncé aux savans que des vases pleins de quantités très-différentes d'un liquide homogène quelconque, peuvent éprouver une égale pression sur leurs fonds; s'il eût ajouté qu'avec une petite masse d'eau il est possible et même facile de produire un effort plus considérable que celui qu'on produit ordinairement avec une grande quantité du même liquide, il est hors de doute qu'on eût regardé cette assertion

comme fausse, peut-être même comme extravagante.

Stevin et Galilée l'ont établie, pour ainsi dire, de nos jours, d'une manière incontestable; et Paschal l'a rendue sensible par diverses expériences. Personne n'ignore aujourd'hui qu'il est facile de faire crever un tonneau déjà plein en le chargeant de quelques livres d'eau employées avec adresse dans un tuyau étroit d'environ 40 pieds de longueur, ajusté à l'orifice du tonneau. Les molécules inférieures de la colonne liquide contenue dans le tuyau éprouvent une pression proportionnelle à la hauteur de la colonne; et, comme les liquides réagissent en tout sens avec une force égale à celle qui les comprime, toutes les molécules liquides qui se trouvent dans le même plan sont soumises à la même pression; elles l'exercent en tout sens sur les parois du tonneau qui ne peut résister à cet effort.

NOTE X.

Voici un problème sur la résistance des solides, dont Galilée a donné la solution. Soit l'extrémité d'un cylindre de bois, fixée horizontalement

zontalement dans un mur, et qu'une puissance pesant sur l'autre extrémité fasse effort pour le rompre ; il s'agit de déterminer le rapport de la force qui en seroit capable avec celle qui pourroit le faire en tirant horizontalement.

Tandis que le cylindre est tiré dans la direction de son axe, chacune de ses fibres résiste également ; mais lorsqu'un poids tend à le rompre obliquement, l'extrémité inférieure du diamètre vertical de la base devient un point d'appui ; et chaque fibre est tirée, et résiste par un bras de levier d'autant plus court qu'elle est plus voisine de ce point. La résistance que chacune oppose à la rupture est donc comme la distance à cet appui ; et conséquemment, leur somme est à ce qu'elle seroit si elles étoient toutes égales à la plus grande, comme la distance du centre de gravité de la base au point d'appui est au diamètre de la base ; c'est-à-dire, comme le rayon de la base est au diamètre, ou comme 1 est à 2.

Il est aisé de tirer de cette théorie des conséquences utiles et curieuses, qui n'ont point échappé à la sagacité de Galilée. 1°. Deux cylindres ou deux solides quelconques sem-

blables n'ont point des forces proportionnelles à leurs masses pour résister à la rupture ; car les masses croissent comme les cubes des côtés semblables ; et les résistances, toutes choses égales d'ailleurs, ne croissent que comme les carrés de ces mêmes côtés. Il y a donc une limite de grandeur au-delà de laquelle un corps se romproit par son propre poids, tandis qu'un autre, moindre et semblable, résisteraau sien et même à un effort étranger. De là vient sans doute qu'une machine en petit produit son effet, tandis que souvent elle croule sous sa propre masse lorsqu'on l'exécute en grand, en conservant les mêmes proportions. La nature, dit Galilée, ne pourroit faire des arbres ou des animaux d'une grandeur démesurée, sans les exposer à un semblable accident; et c'est pour cela que les plus grands animaux sont sans cesse plongés dans un fluide qui leur ôte une partie de leur poids. Nous pouvons ajouter que c'est là la raison pour laquelle de petits insectes peuvent, sans danger, tomber d'une grande hauteur, tandis que les chutes les plus légères sont souvent funestes aux grands animaux.

Il suit encore de cette théorie, qu'un cylindre

creux et ayant la même base en surface, résiste davantage que s'il étoit solide ; et c'est là probablement la raison pour laquelle la nature a fait creux les os des animaux, les plumes des oiseaux et les tiges de plusieurs plantes, qui par cette construction allient la légéreté à la solidité.

Mariotte a fait, sur cette théorie de Galilée, une remarque ingénieuse. Galilée supposoit que lorsque les corps se rompent, toutes les fibres se rompent à la fois ; de manière qu'un corps résiste toujours avec sa force absolue, c'est-à-dire, avec la force entière que toutes ses fibres ont dans l'endroit où il est rompu. Mariotte a reconnu la fausseté de cette supposition : il a trouvé que tous les corps, sans en excepter le verre, s'étendent avant de se rompre; d'où il conclut que les fibres doivent être considérées comme de petits ressorts tendus qui ne déploient jamais toute leur force, à moins qu'ils ne soient étendus jusqu'à un certain point, et qui ne se rompent jamais que quand ils sont entièrement débandés. Ainsi, ceux qui sont plus voisins de l'axe de l'équilibre, qui est une ligne immobile, sont moins étendus que ceux qui en sont plus dis-

tans, et conséquemment ils emploient moins de force. Suivant l'hypothèse de Galilée, la résistance oblique d'une poutre rectangulaire, est à sa résistance directe comme 1 à 2; et suivant Mariotte, comme 1 à 3, ce qui est plus conforme à l'expérience.

NOTE XI.

Tous les corps sont formés de molécules de même espèce, unies plus ou moins étroitement suivant les circonstances; c'est-à-dire, suivant que la figure qui les distingue détermine un plus ou moins grand nombre de points de contact, et est plus ou moins favorable au rapprochement de leurs centres d'action. On peut séparer les molécules d'un corps en employant une force supérieure et opposée à celle qui les enchaîne. On peut même les réduire à un état d'extrême ténuité, sans altérer leur espèce. Ces molécules, les plus petites des corps, ne sont point celles auxquelles j'attribue l'indivisibilité et l'inaltérabilité. Une molécule d'eau, pour si petite qu'on la suppose, peut être décomposée en deux substances, l'oxigène et l'hydrogène; et ces deux substances, que nous

regardons comme simples, parce que nous n'avons pas le moyen de les décomposer, ne le sont probablement pas pour la nature. L'inaltérabilité n'appartient qu'aux molécules élémentaires que la nature emploie dans la composition des corps; et je ne crois point que cette propriété exclusive puisse leur être disputée. Voyez à ce sujet la douzième note du premier livre.

NOTE XII.

Dans un télescope à deux verres, celui qui est tourné vers l'objet, se nomme l'objectif, celui près duquel on applique l'œil, se nomme l'oculaire.

Si l'on regarde un corps céleste ou un corps terrestre éloigné, au travers d'un verre convexe, les rayons arrivent presque parallèles au verre, qui les rend convergens au point que l'œil, situé au foyer, ne peut voir l'objet distinctement. Mais si l'œil se place avant le foyer où réside cet excès de convergence, s'il se sert, comme les myopes, d'un verre concave qui disperse les rayons, il donne à ces rayons la disposition nécessaire pour que

l'objet soit vu distinctement. Telle est la construction du télescope de Hollande ou de Galilée; l'objectif est un verre convexe, l'oculaire est un verre concave situé entre le verre convexe et son foyer.

Kepler remarqua qu'il n'étoit point nécessaire d'aller prendre les rayons avant le foyer, et qu'on pouvoit très-bien les saisir après leur passage et leur réunion dans ce point; car les rayons ne s'arrêtent pas au foyer: ils s'y réunissent, s'y croisent et se séparent ensuite en suivant leur direction rectiligne; de manière que la convergence se change en divergence. Cette remarque fit sentir à Kepler que les rayons en se concentrant au foyer, y peignent une image de l'objet. Cette image est pour l'observateur ce que seroit l'objet s'il étoit transporté au foyer de l'objectif; mais alors l'objet étant trop près de l'œil les rayons arriveroient trop divergens. Il faut corriger cette divergence à l'aide d'un second verre convexe; et alors l'objet sera vu distinctement.

Ce seroit peu si l'effet du télescope se bornoit à faire voir distinctement les objets éloignés; il partage encore avec le microscope l'avantage d'amplifier prodigieusement leurs images.

En augmentant la convergence des rayons, l'objectif agrandit déjà considérablement l'objet ; et en appliquant sur cette image un nouveau verre convexe, Kepler nous rend, en quelque sorte, les maîtres d'agrandir à volonté ses dimensions.

NOTE XIII.

J'ai dit que Kepler négligea de mettre sa théorie en pratique, et que le P. Scheiner a, le premier, substitué un verre convexe à un concave dans la construction du télescope. On lui doit aussi la construction du télescope à trois verres, qui offre, il est vrai, l'avantage de redresser les objets, mais qui a le défaut de les représenter un peu courbes vers les bords, et de faire voir les couleurs de l'iris. Le P. de Rheita s'occupa d'une combinaison de verres qui fît disparoître cet inconvénient sans renverser les objets ; et il y réussit, en composant son télescope de quatre verres convexes, dont trois sont les oculaires et le quatrième l'objectif.

Le P. de Rheita imagina aussi de disposer deux télescopes égaux, de manière qu'on

observe en même temps le même objet; il vit avec surprise que cette disposition agrandissoit le champ de la vision, de manière que l'objet paroissoit plus grand et plus rapproché. En réfléchissant sur ce phénomène, il est aisé de sentir qu'un observateur attentif ne doit voir, à la faveur de ces deux télescopes, que ce qu'il voit avec un seul, avec cette différence que la double impression qui se fait en même temps dans les yeux doit produire plus de clarté. Ce télescope porte le nom de télescope binocle.

NOTE XIV.

Kepler éprouva à Prague, pendant onze années, toutes les horreurs de la disette. Il fut forcé par la misère de faire des almanachs, dans un siècle où l'astronomie judiciaire étoit partout en honneur et magnifiquement récompensée par les souverains. Il avoit obtenu des pensions qui lui furent toujours mal payées; et il sollicitoit encore à Ratisbonne ce qui lui étoit dû, lorsque la mort le surprit, le 5 novembre 1631, à l'âge de 59 ans.

NOTE XV.

Descartes fut traité avec mépris par sa famille ; son frère parloit de lui avec une espèce de dédain, parce qu'étant né gentilhomme, il s'étoit abaissé jusqu'à se faire philosophe. Parmi ses compatriotes, les uns le traitoient avec indifférence, les autres attaquoient ses opinions. Il alla en Hollande où il éprouva toutes les noirceurs de la calomnie, tous les tourmens de la haine et de l'envie. Persécuté en Hollande, et méconnu en France, Descartes accepta une retraite honorable que la fille de Gustave Adolphe lui offrit et où il passa le reste de sa vie.

La France réclama ses cendres 16 ans après sa mort ; elles furent rapportées de Stockolm à Paris, et lorsqu'un orateur se préparoit à louer ce grand homme devant une nombreuse assemblée de savans, tout-à-coup il vint un ordre qui défendit de prononcer cet éloge funèbre.

NOTE XVI.

La loi établie par Torricelli, relativement à la vitesse des écoulemens, n'est exacte que

lorsque l'orifice est infiniment petit ; car cette loi repose sur ce principe, que le liquide sortant par l'orifice, est chassé par le poids entier de la colonne correspondante ; et ce principe n'est exactement vrai que dans l'hypothèse de l'extrême petitesse de l'orifice : il suffit pour s'en convaincre, de concevoir le fond d'un vase prismatique et vertical, subitement anéanti ; il est visible, d'après les lois de la pesanteur, que la tranche du fond n'éprouvera aucune action des tranches supérieures, et qu'elles descendront toutes avec la même vitesse : d'où il suit que la tranche du fond ne porte le poids total de la colonne supérieure que lorsque les tranches supérieures perdent leurs vitesses, ce qui ne peut avoir lieu que lorsque l'orifice est infiniment petit.

Il importe de remarquer que lorsqu'un orifice horizontal, quoique fini, est petit par rapport à la largeur du vase qui contient le liquide, sa vitesse, au sortir de l'orifice, est très-sensiblement la même que si cet orifice étoit infiniment petit ; mais alors cette vitesse n'est pas entièrement produite par la pression de la colonne supérieure : chaque molécule liquide obéit à la fois à l'impulsion de sa

propre pesanteur et à l'action des particules contiguës, qui est sans cesse favorisée ou contrariée par leur adhérence mutuelle. Il est aisé de concevoir que toutes ces forces peuvent se combiner entr'elles, de manière que la vitesse qui en résulte pour le liquide au sortir de l'orifice, soit la même que si elle étoit produite exclusivement par la pression de la colonne supérieure ; et toutes les expériences qui ont été faites relativement à cet objet, concourent à faire voir que cette combinaison a lieu dans la nature.

NOTE XVII.

On ne connoît ni la date de la naissance, ni la date de la mort de Benoît Castelli : on sait seulement qu'il fut un des premiers disciples de Galilée, et que, chargé par Urbain VIII de déterminer les effets que l'eau trop accumulée peut produire par son choc, il imagina des expériences dont il publia les résultats en 1639, dans un Traité qui a pour titre : *Della misura dell acque correnti.* Castelli y explique plusieurs phénomènes du mouvement des eaux dans un canal naturel ou artificiel d'une figure quel-

conque ; il fait voir que lorsque l'eau a pris un cours régulier et permanent, les vitesses aux différentes sections sont réciproques à leurs surfaces ; et de ce principe, qui n'est point équivoque, Castelli tire plusieurs conséquences lumineuses et exactes : mais il se trompe lorsqu'il veut mesurer d'une manière absolue la vitesse, qu'il fait proportionnelle à la hauteur du liquide.

NOTE XVIII.

C'est le P. Cafrée qui attaqua par de mauvais raisonnemens, la loi établie par Galilée sur l'accélération des graves ; il essaya ensuite de prouver, par expérience, que les vitesses des corps tombans sont proportionnelles aux espaces parcourus. Il laissa tomber un globe de la hauteur de son diamètre sur un des bassins d'une balance, dont l'autre étoit chargé d'un poids égal, et il observa qu'il soulevoit le poids. Il doubla ensuite, tripla, quadrupla le poids, et laissant tomber le globe d'une hauteur double, triple, quadruple, il remarqua que le poids en étoit soulevé. D'où il conclut que les forces étoient comme les hauteurs, et que les forces étantcomme les vitesses,

celles-ci étoient aussi comme les hauteurs ou comme les espaces parcourus.

Gassendi réfuta l'opinion du P. Cafrée ; il fit voir que ses expériences ne prouvoient rien contre la loi de Galilée; car il eût fallu montrer non-seulement qu'un globe tombant d'une hauteur double, triple de son diamètre, soulève le double, le triple de son poids, mais encore qu'il n'auroit pu l'ébranler d'une hauteur tant soit peu moindre. Or, il n'est point douteux qu'il l'auroit fait également, avec cette seule différence qu'il ne l'auroit pas autant soulevé. Gassendi montra aussi diverses conséquences absurdes qui suivent de l'hypothèse du P. Cafrée, et qui prouvent que ce physicien n'avoit pas la moindre idée de la manière dont on doit comparer les temps, les vitesses et les espaces.

NOTE XIX.

La Physique de Rohaut réunit la clarté et la méthode, qualités qui doivent toujours accompagner les ouvrages élémentaires. Quant au fonds, cet ouvrage renferme la doctrine de son temps. On sait avec quelle avidité les

élèves saisissent les idées de leur maître, et avec quel empressement ils aiment à les répandre. Ce zèle est sans doute très-louable, mais il doit avoir un terme. C'est assez de donner aux opinions d'autrui quelques années de la vie; lorsque la raison s'est développée, lorsque l'esprit a acquis de la maturité et du ressort, il faut savoir se dépouiller de toute prévention et ne suivre ses maîtres qu'à la lueur de leurs découvertes utiles.

NOTE XX.

Jean-Baptiste Morin (1), et Ismaël Bouillaud (2) tenoient un rang parmi les physiciens du dix-septième siècle.

Morin n'étoit pas dépourvu de talens; mais son attachement à l'astrologie judiciaire, et l'opiniâtreté avec laquelle il défendit le système de l'immobilité de la terre, lui valurent des dédains, peut-être même le mépris des philosophes de son temps. Il écrivit contre

(1) Morin, né à Villefranche en Beaujolois en 1583, mort à Paris en 1656.

(2) Bouillaud, né à Loudun en 1605, mort en 1694.

Gassendi, qui venoit de publier ses Lettres dans lesquelles il explique les mouvemens de la terre. Il fit plus; il annonça, pour 1650, la mort de Gassendi qui ne mourut qu'en 1655.

Bouillaud avoit beaucoup d'érudition; il étoit estimable sous le rapport de l'instruction, mais son esprit n'avoit ni justesse ni solidité; j'en donne pour garant le mauvais Traité sur la nature de la lumière, qu'il publia en 1638, et son *Astronomia philolaica*, ouvrage dans lequel, après avoir admis les ellipses de Kepler, il imagine, pour y faire mouvoir les planètes, son ellipse adaptée dans un cône oblique. L'axe de ce cône passe par le foyer qui n'est pas occupé par le soleil; et la planète se meut dans cette ellipse, de manière qu'en temps égaux elle décrit des angles égaux, non à l'égard de ce foyer, mais autour de l'axe du cône.

NOTE XXI.

Le P. Fabri propose dans sa Physique (1) d'employer le ressort de l'air, comme un moyen

(1) *Phys. Tract. I, lib. II.*

infaillible pour s'élever dans l'atmosphère. Ayez, dit-il, de l'air fortement comprimé dans de longs tubes ; ajustez ces tubes à la partie inférieure d'un ballon, de manière que l'air exerce sa force élastique sur le ballon, suivant une direction contraire à celle de la pesanteur, et vous verrez le ballon emporté subitement dans les hautes régions atmosphériques. Ce n'est pas tout : le P. Fabri croit qu'une personne assise sur un fauteuil garni de tubes pleins d'air comprimé, peut se procurer le plaisir de voyager dans l'atmosphère. Si le P. Fabri eût tenté l'expérience, il est plus que probable qu'il n'auroit pas trouvé d'imitateurs.

NOTE XXII.

Le P. Kirker nous apprend (1) quelle étoit la figure du porte-voix dont se servoit Alexandre. C'est celle d'un tube ouvert aux deux extrémités et dont le diamètre s'agrandit considérablement vers le milieu. Kirker ajoute que, suivant ce qu'il en a lu dans le Vatican de Rome, ce porte-voix avoit cinq coudées de diamètre, et portoit la voix à deux cents stades.

(1) *Kirker de arte magna Lucis et umbræ.*

Le

Le chevalier de Morland a perfectionné cet instrument (1) ; il lui a donné la forme d'une trompette. La matière qui servit à sa construction étoit d'abord de verre, ensuite d'airain ; mais enfin le cuivre obtint la préférence. Aujourd'hui le porte-voix se compose de laiton ou de fer-blanc. Le diamètre de l'embouchure est très-étroit, il va ensuite en augmentant graduellement ; d'abord, d'une petite quantité, mais ensuite d'une quantité très-sensible.

Quelques Physiciens attribuent l'augmentation du son dans le porte-voix à la seule direction des rayons ; et ils prétendent qu'il doit être formé de deux parties, l'une elliptique, et l'autre parabolique, combinées de manière qu'un des foyers de l'ellipse soit situé à l'embouchure, précisément à l'endroit où l'on parle, et que l'autre foyer se confonde avec celui de la parabole. Il paroît certain que cette forme doit beaucoup contribuer à augmenter l'intensité du son dans la direction de l'axe de l'instrument ; car les rayons sonores qui partent du foyer de l'ellipse, situé à l'embouchure, tombent sur les parois intérieures

---

(1) Journal des Savans, 15 février 1672.

et vont se croiser à l'autre foyer de l'ellipse, qui se confond avec celui de la parabole. Tous les rayons, partant de ce foyer commun à l'ellipse et à la parabole, et tombant sur les parois intérieures de la parabole sont réfléchis parallèles; la colonne d'air, dirigée suivant l'axe de l'instrument, doit donc recevoir autant de mouvement, et conséquemment transmettre autant de son qu'il y en auroit dans tout l'hémisphère dont le centre seroit occupé par la bouche de l'homme qui parleroit sans le secours du porte-voix; mais le son n'est pas seulement augmenté dans la direction de l'axe de l'instrument; son augmentation est sensible suivant toutes sortes de directions.

Si l'on plaçoit une bougie allumée au foyer situé à l'embouchure du porte-voix, en supposant que sa surface intérieure fût régulière et bien polie, les rayons lumineux suivroient la même route que les rayons sonores, et produiroient une vive clarté dans la direction de l'axe de l'instrument; mais partout ailleurs on seroit plongé dans une profonde obscurité. Il y a donc une cause indépendante de la direction des rayons, qui dans le porte-voix augmente la force du son.

Cette cause consiste, suivant quelques Physiciens, en ce que dans le porte-voix le mouvement est imprimé à une masse d'air appuyée sur des parois élastiques, capables de la transmettre au dehors. D'autres la font consister en ce que l'air compris dans la capacité intérieure étant arrêté par des parois résistantes, il est comprimé par le corps sonore d'une manière plus forte qu'il ne le seroit, si les parois n'existoient pas. Chacune des molécules de cet air contracte des vibrations d'une amplitude plus grande, et capable de se transmettre à une distance plus considérable.

NOTE XXIII.

Pour faire servir les lois connues de la réfraction à la détermination des pesanteurs spécifiques des liquides, Kirker mettoit une pièce d'argent dans un vase cylindrique non transparent, et s'écartoit ensuite, jusqu'à ce que la pièce ne lui fût plus visible. Alors il faisoit remplir successivement le vase de différens liquides, et il jugeoit de leur plus ou moins grande densité par la plus ou moins grande distance à laquelle la pièce métallique devenoit visible.

Quel que fût le liquide dont le vase étoit rempli, les rayons lumineux, partant de la pièce métallique, passoient d'un milieu plus dense dans un milieu plus rare. Les rayons obliques à la surface qui séparoit les deux milieux s'écartoient de la perpendiculaire, et s'en écartoient d'autant plus que la densité du liquide étoit plus grande. Kirker pouvoit donc voir la pièce métallique à une plus grande distance lorsque le liquide étoit plus dense ; et c'est par le rapport de ces distances que Kirker établissoit celui des densités.

Cette méthode est ingénieuse ; mais, outre qu'elle est pénible et laborieuse, elle est bien loin d'être exacte ; car personne n'ignore aujourd'hui que l'eau, les huiles, et en général tous les corps combustibles réfractent la lumière plus fortement que leur densité ne comporte.

NOTE XXIV.

L'homme a sa demeure fixe sur la terre, tandis que les oiseaux habitent à volonté sa surface ou les hautes régions de l'atmosphère. Ce spectacle a dû de tout temps piquer sa cu-

riosité, réveiller un sentiment d'orgueil, aussi ancien que son existence, qui le porte à se regarder comme le roi de l'univers, et lui faire chercher le moyen de partager un privilége qui lui a été refusé par la nature. Tous les efforts des anciens, dirigés vers cet objet, ont été constamment infructueux; ils n'ont servi qu'à manifester à l'homme son impuissance et sa foiblesse.

P. François Lana a eu le premier, vers le milieu du dix-septième siècle, l'idée de s'élever dans l'atmosphère, non comme les oiseaux, avec le secours de leurs ailes; mais à la faveur d'un vaisseau de bois, emporté dans les régions aériennes, par quatre ballons vides d'air, joints par quatre cordes, de manière qu'ils conservent toujours leur situation respective. Le vaisseau a son mât et ses rames; il est attaché par quatre cordes égales, aux quatre sphères vides d'air; et lorsque tous ceux qui doivent être du voyage seront entrés dans le vaisseau, on lâchera les cordes qui le retiennent sur la terre, de manière que ces quatre ballons s'envolant à-la-fois, le vaisseau s'élevera et flottera dans l'air avec les hommes qu'il renferme.

Mais comment construire ces ballons? Comment chasser tout l'air qu'ils contiennent? François Lana emploie à la construction des ballons, des lames de cuivre, larges et longues d'un pied, qui ne pèsent pas plus de trois onces. Il fait un calcul rigoureux du poids que doit avoir un ballon d'un diamètre donné, et de celui d'un égal volume d'air, en sorte qu'il connoît par ce moyen leur légéreté respective.

François Lana propose de chasser l'air en exposant le ballon à une forte chaleur, et d'empêcher ensuite sa rentrée à la faveur d'un robinet adapté à la tubulure du ballon. Il propose aussi de remplir le ballon d'eau, de le renverser ensuite subitement. L'eau s'échappe, et après son évasion, le robinet est là pour empêcher que l'air entre.

François Lana croit aussi pouvoir diriger la marche du vaisseau à la faveur de ses rames. L'air, il est vrai, ne leur oppose pas autant de résistance que l'eau; mais la résistance respective est la même. Car plus la résistance que l'air oppose aux rames est petite par rapport à celle de l'eau, plus aussi est petite celle qu'il oppose au mouvement du vais-

seau : d'où il suit, qu'il peut se mouvoir avec vîtesse, malgré la petite résistance des rames.

S'il faut en croire François Lana, son projet de machine aérostatique ne trouva aucun contradicteur parmi les Physiciens de son temps. Tout le monde desiroit de le voir réalisé ; mais il ajoute que la modicité de sa fortune fut le grand obstacle qui s'opposa à son exécution (1).

Ce plan de navigation aérienne plut particulièrement à Sturmius, qui tenta d'après cette idée l'expérience suivante. Il fit construire un petit vaisseau de cire, qui nageoit sur la surface de l'eau ; il le chargea de substances métalliques pour le rendre plus pesant que le liquide, et le petit vaisseau descendit jusqu'au fond. Il avoit attaché au vaisseau quatre petites cordes ; il les fit aboutir, deux à deux, à deux globes de verre pleins d'air, et il vit le petit vaisseau s'élever et flotter dans le liquide (2).

---

(1) François Lana, del prodromo promesso all arte maestra, cap. 4.

(2) *Sturmius. collegi. experimen. curio. tentamen.* 9.

La machine aérostatique, imaginée par François Lana, est ingénieuse et paroît fondée sur des principes rigoureux; mais je crois qu'il se trompe, lorsqu'il pense pouvoir se servir de ses rames pour diriger à volonté son vaisseau dans l'atmosphère. Il est vrai que le vaisseau éprouve pardevant, dans l'air comme dans l'eau, une résistance égale à celle que les rames éprouvent par derrière; mais cette raison est illusoire. Les rames qui servent à faire marcher un vaisseau dans un fluide, sont un levier du second genre; le fluide sert de point d'appui, puisque c'est contre lui qu'on applique une des extrémités de la rame. La main qui agit à l'autre extrémité, est la puissance; et au milieu de la rame se trouve la résistance, c'est-à-dire, le vaisseau que l'on presse pour accélérer sa marche. Il faut donc que le fluide qui sert de point d'appui résiste à l'effort de la puissance et de la résistance; et l'air est trop rare pour pouvoir partager avec l'eau cet avantage, quoique le vaisseau éprouve par devant, dans l'air comme dans l'eau, une résistance égale à celle que les rames éprouvent par derrière.

NOTE XXV.

Tout le monde sait que lorsqu'on plonge dans l'eau un tube capillaire, l'eau s'élève au-dessus du niveau, à une hauteur d'autant plus grande que le diamètre du tube est plus petit. Ce phénomène n'étoit point connu de Pascal; il suffit, pour s'en convaincre, de lire son Traité de l'équilibre des liqueurs, où il généralise la propriété qu'ont les liquides homogènes de se mettre de niveau dans des tubes communicans, quel que soit leur diamètre. La découverte des tubes capillaires est donc postérieure à Pascal. Quelques écrivains l'attribuent à Boyle; mais l'éditeur du Traité de l'équilibre des liqueurs de Pascal en fait honneur à Rho, dont il vante beaucoup la sagacité et l'adresse pour faire des expériences.

NOTE XXVI.

J'ai dit que l'expérience des académiciens de Florence, relative à l'incompressibilité de l'eau, est plus exacte que celle du chancelier Bacon; et voici les motifs sur lesquels je fonde mon opinion.

1°. Les académiciens de Florence ont rempli leur globe d'eau refroidie par le moyen de la glace ; et le chancelier Bacon dit seulement que son globe fut rempli d'eau, sans dire un seul mot de sa température, ce qui annonce qu'il n'avoit point pris la précaution des Physiciens de Florence.

2°. Après avoir rempli leur globe d'eau, les académiciens de Florence fermèrent l'orifice avec une vis très-solide, tandis que le chancelier Bacon ferma l'orifice du sien avec du plomb fondu. Il est visible qu'en employant ce dernier moyen il dut rester un petit espace qui ne fut point rempli d'eau, et que conséquemment on a pu frapper au commencement le globe avec un marteau, sans que l'eau sortît encore ; car la capacité intérieure du globe pouvoit être diminuée de presqu'autant que l'air avoit occupé d'espace avant que l'eau éprouvât l'effort de la compression ; mais ensuite s'étant servi d'une presse, l'eau elle-même fut comprimée, et elle s'échappa à travers les pores du métal.

Pour faire avec précision ces sortes d'expériences, il faut enlever la couche aériforme qui adhère toujours plus ou moins à la surface in-

térieure du globe métallique ; il faut employer de l'eau purgée d'air, à l'aide de la pompe pneumatique, et ramenée ensuite à la température de la glace ; il faut enfin fermer l'ouverture avec une vis qui la remplisse exactement.

NOTE XXVII.

L'hygromètre imaginé par les Physiciens de Florence, consiste en un vase de liége, façonné en cône tronqué, enduit de poix à l'intérieur, et revêtu extérieurement d'une lame de fer étamé. La partie inférieure du vase, qui est aussi la plus étroite, s'insère dans une espèce de lampe de verre formant un cône renversé assez aigu, dont le sommet n'est point ouvert. Ce vase étant posé sur son pied, on le remplit par le haut de neige ou de glace pilée ; et pour qu'il n'y séjourne point d'eau, on la fait écouler par un tuyau adapté à la partie supérieure du cône de verre. La froideur de la glace fait condenser l'air autour du verre ; il s'y forme une espèce de nuage qui se résout en eau, et cette eau coule de la surface du cône dans un vase cylindrique gradué, destiné à la recevoir. Plus l'air est humide, disent les

Physiciens de Florence, plus le vase reçoit d'eau dans un temps donné; et conséquemment, si on veut comparer l'humidité de l'air en différens endroits, il suffit d'y porter successivement cet instrument et d'observer la quantité d'eau que recevra le vase cylindrique en chaque lieu, dans un temps égal.

L'hygromètre de Florence ne me paroît pas pouvoir donner une connoissance précise de l'humidité relative de l'air en différentes saisons, par la quantité d'eau que reçoit le vase cylindrique dans un temps donné. Cet effet dépend visiblement, non-seulement de l'humidité, mais même de la température de l'air; si l'air étoit aussi froid que la surface du verre plein de glace, il ne se condenseroit point autour : le vase cylindrique ne recevroit donc point d'eau, et il en reçoit d'autant plus dans un temps donné, que l'air est plus chaud.

L'hygromètre que je viens de décrire n'est pas le premier qui ait été imaginé. Le cardinal Cusa, qui vivoit dans le quinzième siècle, avoit construit un hygromètre, en mettant dans le bassin d'une balance, de la laine, ou toute autre matière qui se laisse pénétrer par l'hu-

midité de l'air, et qui en la recevant change de dimensions et augmente de poids.

Kirker substitua à la laine un épi, et François Lana, du nitrate de potasse calciné.

Le P. Mersenne jugeoit de l'humidité de l'air par la différente gravité des tons que rendent des cordes à boyau tendues ; car plus l'air est humide, toutes choses égales d'ailleurs, plus les tons qu'elles forment sont aigus.

Boyle suspend au bout d'une corde assez mince, mais fort longue, un poids de cent livres. Dans un temps humide les vapeurs qui pénètrent lentement la corde, la gonflent, la raccourcissent, au point que la corde élève le poids de cent livres à une hauteur plus ou moins grande, suivant que l'air est plus ou moins chargé d'humidité (1).

Il paroît, d'après ce que je viens de dire, que le cardinal Cusa doit être regardé comme l'inventeur de l'hygromètre, et que c'est sans aucun fondement que quelques écrivains ont attribué l'invention de cet instrument à Mor-

(1) Boyle, *de insigni efficacia effluvio. cap.* 24, *p.* 124.

gani, savant anatomiste; né en 1682, mort en 1771.

NOTE XXVIII.

Pour apprécier l'influence de l'air sur l'économie animale, Boyle, Huyghens et les Physiciens de Florence ont fait, dans le vide de la machine pneumatique, un grand nombre d'expériences dont je crois utile de rapporter ici les principales.

Boyle renferma dans le récipient vide d'air une sangsue avec de l'eau. Elle se tint pendant l'espace de cinq jours sous l'eau, et parut toujours très-vive; elle auroit même pu vivre plus long-temps, si on eût prolongé l'expérience. Cela n'est point surprenant; mais comme la sangsue ne s'enfla point dans le vide et ne nagea point sur la surface de l'eau, Boyle en conclut qu'elle manque de cette petite vessie d'air qui se trouve dans un grand nombre de poissons.

Boyle remarque que les mouches, les abeilles, les guêpes, enfermées dans le vide pendant quarante heures, périrent entièrement. Un grand scarabée noir, et quelques autres insectes, paroissoient à peine changés dans le

vide, après seize heures de séjour; rendus à l'air libre, ils vécurent comme auparavant.

Huyghens a fait sur un scarabée l'expérience suivante (1). Cet animal, renfermé dans le vide, paroissoit mort; dès qu'on eut rendu l'air, il reprit ses forces. Il fut une seconde fois enfermé dans le vide pendant une heure; ensuite étant mis en plein air, il lui fallut plus de temps pour recouvrer son activité naturelle. On le mit une troisième fois dans le vide pendant deux jours; ensuite étant exposé à l'air, il commença à donner des signes de vie après dix heures; enfin il fut enfermé une quatrième fois dans le vide, et on l'en retira après huit jours sans pouvoir le rendre à la vie.

Les Physiciens de Florence enfermèrent successivement dans le vide des oiseaux de différente espèce, qui moururent après une demi-minute; et Boyle renferma dans un récipient vide d'air une alouette, qui en sortit saine et sauve après dix minutes.

Pour voir disparoître cette grande diversité, peut-être même cette opposition de résultats,

(1) *Transa. philos.* n° 122.

il suffit de faire attention aux différentes manières dont Boyle et les Physiciens de Florence faisoient le vide. Boyle se servoit de sa pompe pneumatique, et tout le monde sait que l'air du récipient ne peut se raréfier que lentement et par degrés, surtout lorsqu'on n'emploie qu'une pompe. Les Physiciens de Florence faisoient le vide dans le tube de Torricelli, et il est aisé de voir qu'à cause de la chûte subite du mercure, l'air étant tout-à-coup réduit au plus haut degré de raréfaction et de subtilité, il ne peut plus alimenter la respiration des oiseaux.

Boyle mit des écrevisses dans le vide; elles y vécurent long-temps. Une grenouille paroissoit morte après trois heures de séjour dans le récipient évacué; mais la nuit étant passée, elle recouvra toutes ses forces. Une autre grenouille y mourut dans l'intervalle de six heures.

Boyle rapporte que les vipères vivent très-long-temps sans air; il en enferma une dans le vide; après une heure et demie elle parut morte. Cependant, après vingt-trois heures, étant de nouveau exposée à l'air, elle donna des signes non équivoques de vie. Une autre vipère vécut soixante heures dans le vide.

Boyle

Boyle mit dans un récipient dont il pompa l'air, un serpent qui se portoit bien; il parut mort après vingt-quatre heures. On plaça le récipient près du feu, l'animal donna des signes de vie; un jour s'écoula qu'il n'étoit point encore expiré. Une huître vécut dans le vide plus de vingt-quatre heures.

Les académiciens de Florence mirent dans le vide quelques petits poissons très-vifs, avec une quantité d'eau suffisante; ils parurent aussitôt s'enfler considérablement et comme demi-morts, le ventre tourné en haut; ils faisoient souvent d'inutiles efforts pour se retourner. On fit entrer l'air, ils se précipitèrent au fond de l'eau et bientôt ils moururent. On en ouvrit un, afin de le comparer avec un autre qu'on avoit disséqué tout vivant et qui n'avoit point été dans le vide; et l'on trouva que la vessie d'air étoit entièrement désenflée dans le premier, tandis que celle du second étoit ronde et enflée, comme on l'observe ordinairement dans les poissons.

Un gros barbeau, situé dans le vide, offrit le même spectacle aux mêmes Physiciens. Ce poisson nageoit dans l'eau, couché sur le dos, dilatant ses ouïes, étendant ses nageoires,

comme s'il eût été pris par le froid; ses yeux et tout son corps étoient considérablement enflés. Souvent il faisoit de grands, mais vains efforts pour recouvrer sa première situation; six minutes après on lui rendit la présence de l'air. Ses yeux se désenflèrent aussitôt, et quoique sa poitrine reprît sa grandeur naturelle, il fut toujours obligé de rester immobile au fond; on le mit dans une autre eau, où il mourut peu de temps après. Sa vessie étoit entièrement affaissée et même cinq fois plus petite que celle d'un autre poisson disséqué tout vivant.

Les académiciens de Florence mirent une anguille dans le vide; elle y demeura longtemps sans perdre ni de ses forces, ni de sa vivacité; mais enfin elle mourut après plus d'une heure de séjour dans le récipient évacué, et sa vessie fut trouvée vide comme dans les autres poissons.

De toutes les expériences que je viens de rapporter, il paroît qu'on peut conclure que l'air a différens degrés d'influence pour alimenter l'existence de différentes espèces d'animaux.

NOTE XXIX.

Boyle a observé le premier, que lorsqu'on remplit un vase d'eau, la surface supérieure est concave, qu'elle est convexe lorsqu'on le remplit de mercure; et cette observation a dû sans doute lui faire apercevoir l'insuffisance de la méthode qu'il propose pour déterminer avec exactitude les pesanteurs spécifiques des liquides.

NOTE XXX.

La flamme n'est autre chose qu'un fluide subtil et lumineux qui se dégage de certains corps dans l'acte de leur combustion; et la combustion consiste dans l'union intime d'un corps avec la base du gaz oxigène. Dans l'acte de la combinaison, cette base abandonne une grande partie du calorique qui lui donnoit la fluidité aériforme, et le calorique recouvrant sa liberté, recouvre en même temps la propriété d'éclairer, dont il jouit toujours lorsqu'il est animé d'une certaine vitesse. Le corps qui brûle perd aussi, en s'unissant avec la base du gaz oxigène, une partie du calorique qui étoit combiné avec ses molécules, surtout si ce

corps est à l'état de fluide élastique, comme le gaz hydrogène ; de manière que dans l'acte de la combustion, il se dégage, soit du corps ignescent, soit du gaz oxigène, du calorique qui produit une flamme plus ou moins vive, suivant sa quantité et le degré de vitesse qui l'anime.

Ces notions suffisent pour faire sentir que Boyle est bien loin de soumettre la flamme à l'épreuve de la balance, lorsqu'il pèse ses cylindres métalliques dans l'acte de leur combustion. Ces cylindres en brûlant se combinent avec l'oxigène, et c'est exclusivement à cette combinaison qu'ils doivent l'augmentation de leur poids.

NOTE XXXI.

L'historien de la Société royale fait honneur au docteur Wallis de diverses observations sur le baromètre (1) et sur le thermomètre (2). Les unes sont générales, les autres ont rapport à quelques effets formidables de la foudre (3) et

(1) Transact. philos. n° 10, art. 1.

(2) *Ibid.* n° 10, art. 2.

(3) *Ibid.* n° 236, art. 2.

d'un tremblement de terre arrivé près d'Oxford. Le plan de cet Ouvrage m'interdit des détails sur ces sortes d'observations; elles se sont de nos jours tellement multipliées, qu'une histoire générale de la Physique pourroit seule les embrasser.

NOTE XXXII.

La théorie du pendule offre un moyen de conserver les mesures de longueur dans un lieu où l'on aura déterminé avec précision celle du pendule ; de manière que si la longueur du pendule étoit partout la même, on auroit, à l'aide de cet instrument, une mesure universelle; mais Richer a prouvé (1) par des observations exactes, que plus on approche de l'équateur, plus le pendule doit être court pour battre les secondes; et nous verrons qu'il en résulte que la pesanteur est moindre à l'équateur que sous les pôles.

NOTE XXXIII.

Si l'on suppose que plusieurs corps pesans liés entre eux à des distances invariables, par

(1) *Voyez* le chap. 11 du deuxième livre, § 11.

des verges considérées comme non-pesantes ; oscillent autour d'un axe horizontal fixe, il est visible que ces corps ne sont point animés par les vîtesses qu'ils auroient si chacun d'eux oscilloit séparément. Ceux qui sont plus voisins de l'axe cèdent une partie de leur vîtesse naturelle aux corps les plus éloignés, de manière qu'il y a équilibre entre les mouvemens perdus et les mouvemens gagnés. De quelque manière que cet équilibre s'établisse, il existe dans le système un point tel, que si on y appliquoit un petit corps isolé, suspendu par un fil, il oscilleroit dans le même temps que le pendule composé; et le problème du centre d'oscillation consiste à déterminer la longueur de ce fil ou la position du petit corps.

Cet important problème fut proposé par le P. Mersenne. Plusieurs savans s'occupèrent de le résoudre; mais Huyghens est celui qui en donna la solution la plus complète et la plus générale. Elle est fondée sur ce principe incontestable, que lorsque plusieurs corps descendent, soit librement, soit agissant les uns sur les autres par l'action de leur pesanteur, et qu'ensuite ils remontent, de quelque manière qu'ils agissent les uns sur les autres, leur

centre de gravité ne peut s'élever à une plus grande hauteur que celle d'où il est descendu. En partant de ce principe, Huyghens trouve, à l'aide du calcul, que pour avoir le centre d'oscillation d'un système de corps, il faut multiplier le poids de chacun d'eux par le carré de sa distance au point de suspension, et diviser la somme de ces produits par la somme des poids, multipliée par la distance du centre de gravité au centre de suspension. Voyez, pour plus de développement, mon Dictionnaire de Physique, art. *centre d'oscillation.*

NOTE XXXIV.

Hévélius (1) cultiva avec zèle et succès la Physique céleste; on lui doit un grand nombre d'intéressantes observations et une description circonstanciée des taches de la lune, renfermée dans un ouvrage qui a pour titre : *Selenographia.* Hévélius eut d'abord l'idée de donner à ces taches le nom des philosophes les plus célèbres; mais la crainte de se faire des ennemis le fit renoncer à ce projet. Il préféra de trans-

(1) Hévélius, né à Dantzick le 28 janvier 1611.

porter en quelque sorte la terre dans la lune, et d'y placer ses villes, ses rivières et ses mers. Le premier projet de Hévélius fut réalisé par Grimaldi. Il donna aux taches de la lune les noms des philosophes; et ses dénominations ont obtenu la préférence.

Hévélius montre dans sa Sélénographie beaucoup de sagacité, lorsqu'il attaque les erreurs des philosophes de la Grèce. Il prouve que les cieux ne sont point solides, qu'il n'en existe qu'un seul, ou plutôt un espace immense, plein d'un fluide extrêmement délié. Le soleil a une forme sphérique, et il se compose de matières hétérogènes qui éprouvent des altérations fréquentes, comme la formation irrégulière de ses taches semble le prouver. La lune est un globe dépouillé de toute lumière propre et même de transparence. Cet astre n'est point un miroir, comme l'avoit cru Philolaus (1). Un miroir réfléchit une image dans un seul point; et si la lune en étoit un, elle promèneroit sur la terre, pendant la nuit, l'image du soleil; on ne la verroit que par cette image, on ne la verroit que pendant une très-courte

(1) *Voyez* le chap. 3 du premier livre, §. 5, p. 47.

durée, et le soleil n'y paroîtroit, pour ainsi dire, que comme un point lumineux (1).

NOTE XXXV.

Lorsqu'on tourne un télescope vers le ciel, il se peint au foyer de l'objectif une image de l'objet, proportionnée à l'angle sous lequel il paroîtroit à l'œil nu; et cette image est vue très-distinctement, parce qu'elle se trouve au foyer de l'oculaire. Huyghens fit cette remarque, et en sentit l'utilité. Il imagina de placer au foyer commun de l'objectif et de l'oculaire un anneau circulaire; et, par une ouverture ménagée exprès au tuyau du télescope, il introduisit une petite lame de métal, assez longue pour traverser l'anneau, et inégale dans sa largeur. Au moyen de son horloge à pendule il savoit combien de secondes une étoile emploieroit pour parcourir le diamètre de cet anneau; et comme à chaque seconde de temps répond un espace de 15 secondes du cercle de l'équateur, il en concluoit combien de minutes et de secondes répondoient dans le ciel

(1) Hévélius, *Selenogr. pag.* 151 *et sequen.*

à l'étendue du champ de son anneau. Il mesuroit ensuite, à l'aide d'un compas très-fin, le rapport de son diamètre aux différentes largeurs de la petite lame. Il connoissoit ainsi, d'une manière assez exacte, quel étoit l'espace du ciel caché par les différentes largeurs ; et après ces diverses mesures, quand la lame étoit replacée dans le télescope, il ne s'agissoit plus que d'estimer à quelle largeur pouvoit répondre le diamètre de telle ou telle planète. Telle est l'idée ingénieuse qui a valu à Huyghens l'invention du mycromètre (1). Je ferai connoître dans une des notes suivantes, par quels moyens Auzout est parvenu à perfectionner cet instrument.

NOTE XXXVI.

L'application du ressort à régler le mouvement des montres étoit, en France, presque généralement attribuée à Huyghens, lorsque le docteur Hook réclama l'honneur de cette invention. Il assure qu'elle date de l'année 1660, et qu'il la communiqua à plusieurs de ses amis. On trouve dans l'Histoire de la Société royale de Londres,

(1) *Hugenii opera*, p. 593.

parmi les écrits présentés à cette Société avant qu'elle publiât ses transactions, des traces de cette découverte, et tout le monde sait que cette Histoire parut en 1668; tandis qu'Huygens ne publia l'usage du ressort qu'en 1674.

Waller attribue aussi au docteur Hook l'usage de la cycloïde, pour rendre le mouvement du pendule parfaitement égal; et il se fonde sur les remarques de Hook, relatives à la machine céleste d'Hévélius; mais en lisant cet ouvrage, il est aisé de se convaincre qu'il ne renferme rien qui puisse justifier cette prétention.

NOTE XXXVII.

C'est en 1666 que les télescopes ont reçu un haut degré de perfection, par l'adresse et les soins de Campani. Doué d'un génie particulier pour ce genre de travail, il en fit plusieurs par l'ordre de Louis XIV, et pour l'usage de Cassini, qui avoient jusqu'à cent trente-six pieds de foyer. Tous les objectifs fabriqués par Campani ne sont point de cette longueur excessive; mais ils sont tous précieux par leur bonté. Huyghens parvint ensuite à en faire un de deux cents pieds, et l'on assure qu'Auzout réussit

à en faire de six cents pieds. La courbure de ces objectifs étoit presque insensible, ce qui les rendoit difficiles à travailler.

NOTE XXXVIII.

On appelle lumière zodicale une clarté assez semblable à celle de la voie lactée, qui a ordinairement la forme d'un cône, dont la base est tournée vers le soleil, et le sommet vers le zodiaque. Cette clarté se montre principalement vers la fin de l'hiver ou au commencement du printemps, presque jamais pendant l'automne. On l'aperçoit quelquefois avant le lever du soleil, quelquefois après son coucher : enfin elle est plus visible pour les peuples situés entre les tropiques que pour ceux qui habitent les régions polaires. J'aurai occasion de faire connoître dans la suite de cet Ouvrage les diverses hypothèses qui ont été imaginées pour expliquer ce phénomène.

NOTE XXXIX.

Après avoir prouvé, par expérience, qu'une bulle d'air prise au voisinage de la terre peut se dilater au point d'occuper un espace quatre mille fois plus grand, Mariotte détermine de

la manière suivante la hauteur de l'atmosphère.

L'air le plus élevé occupe au moins quatre mille fois plus d'espace que celui que nous respirons, et conséquemment si l'on imagine d'ici à la couche supérieure de l'atmosphère quatre mille divisions, dont chacune ait une égale quantité d'air, la plus élevée occupera quatre mille fois plus d'espace que la plus basse, quoiqu'elle n'ait pas plus d'air, et elles iront toutes en diminuant d'étendue, jusqu'à la surface de la terre.

Pour connoître l'étendue de la plus basse division, il faut observer quelle est la dépression du mercure dans le baromètre, transporté du pied d'une montagne à son sommet. En comparant diverses observations barométriques, faites à de petites hauteurs, Mariotte croit que pour une hauteur d'environ soixante pieds, le mercure descend d'une ligne, et par conséquent d'un douzième de ligne pour cinq pieds. Or, dans vingt-huit pouces de mercure, qui équilibrent avec une colonne entière d'air, il y a environ quatre mille douzièmes de ligne : donc la première division sera de cinq pieds, et la dernière, quatre mille fois plus étendue, sera d'une lieue et demie environ.

Ces deux extrémités étant déterminées, il est aisé de trouver par le calcul l'étendue de chaque division, et de toutes ensemble. On voit que la deux millième, ou celle du milieu, a dix pieds d'étendue, puisqu'elle est une fois moins chargée que la première d'en bas, et de plus, que la dernière doit être élevée de quinze lieues.

En supposant que l'air se raréfie plus de quatre mille fois, son extrémité supérieure sera plus élevée; mais aussi l'air plus élevé est, à cause du froid, un peu plus condensé qu'il ne devroit être, à ne considérer que le poids qu'il porte.

Mariotte tire de ces principes plusieurs conséquences exactes et intéressantes.

1°. De l'eau tiède, portée au sommet d'une montagne haute d'une lieue et demie, bouilliroit comme elle bout dans le récipient de la machine pneumatique, quand on en a tiré la moitié de l'air.

2°. Les animaux ne pourroient vivre sur cette montagne, parce que leur sang n'étant plus pressé que par la moitié du poids de l'air, bouilliroit aussi avec trop d'activité, et ne pourroit plus conserver la régularité de son cours.

3°. Les vapeurs de la terre ne doivent pas s'élever bien haut, parce qu'à la hauteur seulement d'une lieue et demie, l'air, déjà plus raréfié et plus léger de moitié, ne leur permet pas de monter au dessus de lui; et que de plus, à cette hauteur, et même à une moindre, elles doivent se réunir et former des gouttes d'eau, non-seulement à cause du froid qui y règne, mais à cause du peu de force dissolvante de l'air qui la remplit, de même que dans la machine pneumatique l'air étant affoibli de moitié, on voit tomber une pluie légère, formée de gouttelettes d'eau qui étoient auparavant dissoutes par cet air, lorsqu'il jouissait de toute sa force dissolvante.

Mariotte a, le premier, ébauché la véritable explication de divers phénomènes que présentent des corps flottans sur la surface d'un liquide (1), et fait connoître une des principales causes de l'effet étonnant qui arrive aux larmes de verre, de se briser avec explosion et de se dissiper en poussière, lorsqu'on en rompt seulement le petit bout (2).

---

(1) *Voyez* mon Dictionnaire de Physique.

(2) *Voyez Idem.* art. *larmes bataviques.*

NOTE XL.

On doit à Mariotte cette remarque intéressante. La chaleur du soleil, dit ce Physicien, ne se sépare point de sa lumière ; elles traversent ensemble les corps transparens. Il n'en est pas de même de la lumière et de la chaleur du feu. Que l'on dispose un miroir concave devant le feu, ensorte qu'on ne puisse souffrir la main que très-peu de temps à la chaleur qu'il y aura à son foyer ; qu'ensuite on mette une glace devant le miroir, la lumière du foyer sera presqu'aussi vive qu'auparavant et l'on ne sentira plus aucune chaleur.

Mariotte a construit un miroir concave de glace, et s'en est servi pour allumer de la poudre à canon. Il faut prendre la précaution d'employer à la construction de ces sortes de miroirs, de la glace formée avec de l'eau bien purgée d'air par un moyen quelconque.

NOTE XLI.

C'est en 1659 qu'Huyghens inventa le micromètre. En 1662, le marquis de Malvasia lui fit

fit éprouver une modification qui, quoique d'abord peu avantageuse, mit sur la voie de perfectionner cet instrument. Au lieu de l'anneau et de la lame métallique qu'Huyghens plaçoit au foyer du télescope, le marquis de Malvasia y plaça un châssis garni de fils d'argent très-déliés, qui, tendus d'un côté à l'autre, et se croisant à angles droits, partageoient ce châssis en un nombre de petits carrés égaux, dont l'un étoit encore subdivisé en plus petits carreaux par de nouveaux fils. La grandeur du châssis étoit déterminée de même que celle de l'anneau d'Huyghens. On connoissoit le rapport de ces petits carrés au châssis, et conséquemment on pouvoit leur comparer le diamètre de la planète, et mesurer sa grandeur par le nombre de ces espaces ou de leurs subdivisions : mais il est aisé de sentir que l'objet observé n'étoit presque jamais contenu exactement dans un ou dans plusieurs de ces carreaux, et qu'alors on ne pouvoit avoir qu'une mesure approchée du reste. Auzout fit disparoître ce défaut, et donna ainsi au micromètre une exactitude rigoureuse. De cette multitude de fils, il n'en laissa subsister que deux, l'un fixe et traversant toute l'étendue du châssis; l'autre, parallèle et mobile, se rapprochant toujours

parallèlement pour venir embrasser l'espace du diamètre de la planète. L'espace étoit toujours saisi par ces deux extrémités avec la plus grande précision, et on pouvoit toujours le comparer au champ de la lunette, déterminé comme le faisoit Huyghens.

NOTE XLII.

Voici le moyen que Galilée propose dans le premier dialogue de son Traité de deux sciences nouvelles, pour rechercher si la propagation de la lumière est instantanée ou successive. Ce moyen consiste à exercer deux observateurs, afin qu'ils découvrent deux lumières successivement, de manière que lorsqu'on découvre l'une, l'apparition de l'autre suive immédiatement : c'est-à-dire, que quand l'un découvre sa lumière, il voit en même temps la lumière de l'autre. Après avoir exercé deux observateurs placés à une petite distance, Galilée veut qu'ils fassent la même épreuve à une plus grande distance, afin de voir si les correspondances de l'apparition et de l'occultation de leurs lumières suivent le même ordre qu'elles suivoient à une moindre distance, c'est-à-dire, sans un retard sensible. A la distance d'un mille

les Académiciens de Florence ne purent remarquer aucune différence, et cela n'a rien d'étonnant. Outre que cette distance est trop petite, la méthode employée à faire l'expérience est tout-à-fait incertaine, puisque deux observateurs éloignés l'un de l'autre à la distance d'un mille, n'ont aucun moyen de s'assurer qu'ils élèvent et couvrent leurs lumières dans le même temps.

FIN.

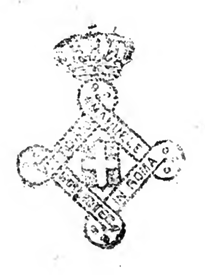


TABLE DES CHAPITRES

CONTENUS DANS LE DEUXIÈME VOLUME.

CHAP... Ier. *TABLEAU des Progrès de la Physique entre les mains de Descartes* .... page 1

CHAP.... II. *Tableau des Progrès de la Physique entre les mains des inventeurs du télescope, du microscope et du thermomètre* 29

CHAP... III. *Tableau des Progrès de la Physique entre les mains de Galilée.* 38

CHAP... IV. *Tableau des Progrès de la Physique entre les mains de Kepler...* 54

CHAP.... V. *Tableau des Progrès de la Physique entre les mains de Torricelli, Pascal, Castelli, etc......* 69

CHAP... VI. *Tableau des Progrès de la Physique entre les mains de Gassendi, Mer-*

senne, Rohaut, Petit, Riccioli, Grimaldi, etc.., ... page 85

CHAP. . VII. *Tableau des Progrès de la Physique entre les mains de Otto de Guerike, Kirker, Sturmius, etc. .* 97

CHAP. . VIII. *Tableau des Progrès de la Physique entre les mains des Académiciens de Florence. . . . .* 117

CHAP. . . IX. *Tableau des Progrès de la Physique entre les mains de Boyle. . .* 134

CHAP. . . X. *Tableau des Progrès de la Physique entre les mains de Wren, Wallis, Huyghens, Hook, etc. . . .* 151

CHAP. . . XI. *Tableau des Progrès de la Physique entre les mains de Cassini, Mariotte, Auzout, Roëmer, Richer, Regis, etc. . . . .* 184

Fin de la Table des Chapitres.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES

DANS LE DEUXIÈME VOLUME.

A

ACADÉMICIENS de Florence. Ils modifient le tube de Torricelli, et le font servir à diverses expériences qui démontrent la pesanteur et l'élasticité de l'air, *page* 118 *et suiv.* — L'attraction magnétique est indépendante de la présence de l'air, 120. — Expériences des Académiciens de Florence, sur la dureté de l'eau, comparées à celles que le chancelier Bacon a faites sur le même sujet, 121 *et suiv.* — Les Académiciens de Florence démontrent l'élasticité de la vapeur aqueuse, 122 *et suiv.* — Conséquences qu'ils tirent de leurs diverses expériences, 123. — Ils apprécient avec exactitude la force qui détermine l'augmentation du volume de l'eau, lorsqu'elle se congèle, *ibid.* — Ils déterminent, par des moyens ingénieux, l'augmentation du volume de l'eau dans son passage de l'état liquide à celui de solide, 125 *et suiv.* — La loi de la dilatation des corps par la chaleur, acquiert entre les mains des Académiciens de Florence, la généralité qui lui

est propre, 126 *et suiv.*— Expérience curieuse d'un miroir concave, présenté à une masse de cinq cents livres de glace ; tandis qu'un thermomètre est placé à son foyer, 127. — Description du thermomètre des Académiciens de Florence, 128. — Hygromètre des mêmes Physiciens, 251. — Expériences sur la vîtesse du son, 130. — Différence entre les ondes qui se forment dans l'air lorsqu'on frappe un corps sonore, et celles qui se forment lorsqu'on lance une pierre sur la surface d'une eau tranquille, 131 *et suiv.*— Méthode imaginée par les Académiciens de Florence pour déterminer le rapport de la pesanteur spécifique de l'air à celle de l'eau, 132 *et suiv.*

Académies. Etablissement de l'Académie de Florence, 117. — Etablissement de la Société royale de Londres, 149. — Etablissement de l'Académie des Sciences de Paris, 184. — Avantages attachés à ces sortes d'institutions, *ibid.*

Accélération. (*Voyez*) Mouvement.

Aimant. (l') dans le vide attire le fer à la même distance que dans un air libre, 120, 146.

Air. Il presse par sa pesanteur ; expérience de Torricelli, qui prouve cette vérité, 71 *et suiv.* — Expériences de Pascal, qui l'établissent d'une manière rigoureuse, 75 *et suiv.* — Droits que Descartes pré-

tend avoir à cette découverte, 79. — L'air dilaté peut occuper un espace 4000 fois plus grand que lorsqu'il est comprimé par le poids de l'atmosphère, 193. — La force élastique d'une quantité d'air déterminée est en raison inverse de l'espace qu'elle occupe, 195 *et suiv.* — Poids de l'air, comparé à celui d'un égal volume d'eau ; la méthode que les Physiciens de Florence emploient pour obtenir ce rapport, est laborieuse et incertaine, 132. — Boyle imagine une méthode plus exacte, 143 *et suiv.* — L'air dissout l'eau, les acides, la glace, 139 *et suiv.* — Il existe dans l'eau dans un autre état que celui de fluide élastique, 197.

Ambre. L'ambre électrisé attire dans le vide comme en plein air, 147.

Animaux de différente espèce enfermés dans le vide, et ce qui leur arrive, 254 *et suiv.*

Anneau de Saturne. Découvert par Huyghens, 167 *et suiv.*

Arc-en-ciel. Descartes complète l'explication de ce phénomène, ébauchée par Antonio de Dominis, 23 *et suiv.*

Atmosphère terrestre. Dans le même lieu, elle n'a pas toujours la même pesanteur. L'air est plus rare dans les lieux élevés, plus dense dans les lieux bas, et en général l'atmosphère se compose de couches

dont la densité diminue depuis la surface de la terre jusqu'au haut de l'atmosphère, 102 *et suiv.* — Pascal s'est servi le premier du baromètre pour mesurer la hauteur des montagnes, 76 *et suiv.* — Mariotte l'a employé à déterminer la hauteur de l'atmosphère, 269 *et suiv.*

B

Bacon (le chancelier). Expériences sur lesquelles il établit la dureté de l'eau, 121 *et suiv.* — Hypothèse imaginée par ce Physicien pour expliquer les phénomènes de la chaleur et du froid, 126.

Baromètre. Origine de cet instrnment, 71 *et suiv.* — Le tube de Torricelli devient un véritable baromètre entre les mains de Pascal, 78. — Il s'en sert le premier à mesurer les hauteurs des montagnes, 76 *et suiv.* — Baromètre incliné, imaginé par de Morland, 241. — Baromètre à cadran; en quoi il consiste, et à qui en doit-on l'invention, 180. — Moyens imaginés par Descartes pour augmenter les variations du baromètre, 174. — Huyghens réalise l'idée de Descartes, et imagine ensuite le baromètre, connu sous le nom de *baromètre double.* Description de cet instrument, 175. — Défauts qui ont déterminé sa proscription, 176.

Borel (Pierre), Hollandais. Recherche sur l'origine du télescope, 31 *et suiv.*

Bouillaud. Il cultive la Physique céleste, 239.

Boyle. Il perfectionne la machine pneumatique, 135. — Cette pompe perfectionnée lui sert à démontrer la pesanteur et l'élasticité de l'air, 136. — Il détruit un grand nombre de vieilles erreurs et d'anciens préjugés sur la cause de divers phénomènes, 137. — Il apprécie l'influence de l'air sur la vie des animaux, 255 *et suiv*. — Expériences qui démontrent que la présence de l'air alimente la combustion des corps, 138. — L'air est le milieu qui propage le son; et c'est à sa force élastique qu'il doit cette propriété, 139. — Sa faculté dissolvante s'exerce sur les corps odoriférans, sur l'eau, sur la glace, etc. 138. — Expérience qui semble d'abord attester la compressibilité de l'eau, 141. — L'élasticité de la vapeur aqueuse, rendue sensible par l'expérience de l'éolipyle, 142. — Cette vapeur, dirigée sur un charbon à peine embrasé, augmente considérablement l'activité de la combustion, *ibid*. — Méthode ingénieuse et facile pour trouver le rapport du poids de l'air à celui d'un égal volume d'eau, 143. — Diverses méthodes pour déterminer le rapport du poids de l'eau à celui d'un égal volume de mercure, 144 *et suiv*. — Ces méthodes ne sont point rigoureuses, *ibid*. — Expérience qui prouve que l'attraction électrique ne dépend point de l'air,

147. — Expérience par laquelle Boyle prouve que le corps attirant et le corps attiré exercent l'un sur l'autre une action réciproque, *ibid.*—Tentatives inutiles de Boyle pour soumettre la lumière à l'épreuve de la balance, 148. — Expérience illusoire, par laquelle ce Physicen croit peser la flamme, 148 *et suiv.* — Sacrifices que fait Boyle, appelé à organiser la Société royale de Londres, 140 *et suiv.*

C

Castelli. Il invente la doctrine de la mesure des eaux courantes, 79. — Expériences qu'il fait à ce sujet, 235. — Conséquences lumineuses qu'il en tire, *ibid.*

Centre d'oscillation. Histoire de cette découverte, 159, 262.

Chaleur. Elle dilate les fluides, tandis que le froid les condense; et c'est sur cette propriété qu'est fondée la constructiou du thermomètre, 36. — La chaleur dilate aussi les corps solides, tels que le verre, l'étain, le cuivre, etc., 127. — Diverses hypothèses imaginées pour expliquer les phénomènes de la chaleur et du froid, 126.

Chute des corps graves. Les corps qui tombent sur la surface de la terre se meuvent d'un mouvement



uniformément accéléré, 45. — Les espaces partiels croissent suivant la série des nombres, 1, 3, 5, 7, etc., et les espaces pris du commencement sont comme les carrés des temps écoulés, 45 *et suiv.* — Expérience qui démontre l'existence de cette loi, *ibid.*

Comètes. Cassini reconnoît leur permanence et annonce leurs mouvemens et leurs retours, 187.

Communication du mouvement (Lois de la). Descartes manque cette importante découverte, 6, 10 *et suiv.* — Les membres de la Société royale de Londres établissent ces lois sur des bases solides, 152; — et Mariotte les rend sensibles par des expériences délicates, 190 *et suiv.*

Congélation. L'eau se dilate en se congelant; elle acquiert plus de volume et plus de légéreté spécifique, 124. — Expériences qui démontrent cette vérité, *ibid.*

Copernic. Son système est confirmé par les observations de Galilée, 240.

Couronnes. En quoi consiste ce météore? et quelle est la cause qui lui donne naissance? 172 *et suiv.*

D

Descartes. Il débute dans la carrière des sciences par une méthode lumineuse qui lui fait beaucoup de prosélytes, 3, 208. — Cette méthode devient entre ses mains une arme victorieuse contre les partisans d'Aristote, *ibid.* — Il découvre les lois de l'inertie, 4 *et suiv.*; — mais il n'enfante que des erreurs lorsqu'il veut déterminer celles de la communication du mouvement, 210 *et suiv.*, etc. — Exposition du système céleste de Descartes, 8. — Ce système ne peut se concilier avec les phénomènes donnés par l'observation, 11 *et suiv.* — Idée heureuse et hardie de Descartes, qui veut ramener à une loi unique les phénomènes du ciel et les phénomènes de la terre, 12 *et suiv.* — Conjectures de Descartes sur la nature du feu, de l'air et sur la formation des corps solides et fluides, 14. — Descartes unit la Géométrie à la Physique, 15. — Hypothèse de Descartes pour expliquer les phénomènes de la lumière, 16. — Descartes publie le premier la loi de la réfraction de la lumière, et la présente sous une forme plus facile et plus commode, 19. — Explication des phénomènes de la réflexion et de la réfraction de la lumière, 19 *et suiv.* — Tentatives de Descartes pour faire disparoître l'aberration de

sphéricité, 21 *et suiv.*— Il complète l'explication de l'arc-en-ciel, commencée par Antonio de Dominis, 23 *et suiv.*—Descartes explique les phénomènes des couronnes et des parhélies mieux qu'on n'avait fait avant lui, 26. — Il tente inutilement d'expliquer le phénomène du flux et reflux, 26; — l'explication qu'il donne des phénomènes magnétiques et de plusieurs autres phénomènes, tels que le tonnerre, la foudre, la salure de la mer, est bien loin d'être satisfaisante, 27, 28, 214, 215.

Drebbel. Il ne peut être regardé comme l'inventeur du microscope, 34. — On lui attribue assez généralement la découverte du thermomètre, 35 *et suiv.* — On lui doit un ouvrage qui n'est point propre à donner une haute idée de ses talens, 216 *et suiv.*

E

Eau. L'eau n'est point sensiblement compressible, 122 *et suiv.*— Réfutation des expériences de Bacon et de Boyle, qui ont trouvé l'eau compressible. C'est à l'élasticité des métaux dans lesquels l'eau étoit contenue, ou à l'air dont cette eau n'étoit pas bien purgée, qu'il faut attribuer les phénomènes rapportés par ces Physiciens, 141 *et suiv.* — L'eau absorbe l'air; mais en l'absorbant, elle lui donne sa forme et à peu près sa densité, 197.

Elasticité. En quoi consiste cette propriété, 152. — Elle modifie les lois générales du choc dans les corps qui en jouissent, *ibid.* — Quelles sont les modifications que ces lois éprouvent par l'influence de cette force? 154 *et suiv.*

Electricité. Progrès que fait cette branche de Physique, 107 *et suiv.*

Ellicor. Il imagine un moyen ingénieux et commode pour conserver la même longueur au pendule, 161 *et suiv.*

Eolipyle. Sa description et ses usages, 142 *et suiv.*

F

Fabri (Honoré), Physicien du dix-septième siècle. Il est toujours du parti contraire à celui de la vérité, 96. — Moyen ridicule qu'il propose pour s'élever dans les hautes régions de l'atmosphère, 239 *et suiv.*

Fabricius (Jean). Quels sont ses droits à la découverte des taches du soleil? 220.

Flud (Robert), Physicien anglais. On lui accorde des droits à la découverte du thermomètre, 116.

Force. Quelle est l'idée qu'on doit attacher à ce mot

force?

force? Quelle est sa mesure ? quels sont ses effets ? 6 *et suiv.*

Force centrifuge. A qui est dû l'honneur de la découverte de cette force, 4 *et suiv.*

G

Galilée. Il s'empare de la découverte du télescope, le tourne vers le ciel, et y fait des découvertes aussi importantes que nombreuses, 38 *et suiv.* — Il démontre l'existence de quatre satellites de Jupiter, 40. — Il observe les phases de Vénus, et les fait servir à confirmer le mouvement de la terre, 41. — Expériences qui prouvent que les corps tombans sur la surface de la terre seroient animés de la même vitesse, abstraction faite des résistances, 44. — Lois de la chute des corps, établies sur une double base, la théorie et l'expérience, 45 *et suiv.* — Conséquences que Galilée en déduit pour établir la théorie du pendule et celle du mouvement de projection, 46 *et suiv.* — Phénomènes de l'équilibre des solides, ramenés à un principe unique, 48. — Notions exactes sur la nature des fluides, qui fondent leur véritable théorie, 49 *et suiv.* — Description d'une espèce de balance imaginée par Galilée, pour déterminer le rapport qui existe entre les masses de deux métaux dont un alliage se compose, 51 *et suiv.* —

Problème sur la résistance des solides, dont Galilée a donné le premier la solution, 224 *et suiv.* — Parallèle entre Descartes et Galilée, 52.

Gassendi. Il défend la doctrine d'Epicure, c'est-à-dire, qu'il admet le vide et l'existence des atomes, 85 *et suiv.* — Il a des notions exactes sur la nature de la lumière et sur les lois de sa propagation, 86 *et suiv.* — Il pense, avec raison, que les couleurs existent dans la lumière; mais il se trompe en croyant qu'elle se colore par les réfractions et par les réflexions qu'elle éprouve, *ibid.* — Gassendi admet des atomes frigorifiques qui diffèrent par la forme des atomes de la chaleur; il donne à ceux-ci la forme sphérique, et aux premiers des formes diverses qui lui paroissent plus propres que la sphérique à ralentir le mouvement, 86 *et suiv.* — Expérience qui prouve que le son a la même vîtesse, quelle que soit son intensité, 130. — Différence entre les sons graves et les sons aigus, justement appréciée par Gassendi, 88. — Diverses observations qui sont dues à ce Physicien, 88 *et suiv.*

Graham. Fameux horloger de Londres. Moyen qu'il emploie pour conserver au pendule une longueur constante, 16.

Grimaldi. Il imagine une sélénographie où les taches

de la lune sont désignées par les noms des philosophes, 94. — Il découvre le phénomène de la diffraction de la lumière ; et fait, le premier, l'importante remarque de la dilatation du faisceau des rayons solaires par le prisme, 95 *et suiv.*

H

Hémisphères de Magdebourg. Leur description et leur usage, 100 *et suiv.*

Hook. Physicien anglais. Il invente le ressort spiral qui sert à régler les montres, 177. — Il modifie avantageusement le baromètre double imaginé par Huyghens, et construit le baromètre à cadran, 180. — Description de cet instrument, *ibid.* — Hook a des idées saines sur les mouvemens des planètes ; il reconnaît l'existence de l'attraction qu'elles exercent les unes sur les autres, 178. — Il fait des expériences ingénieuses pour confirmer son opinion, 178 *et suiv.*

Huyghens. Célèbre Physicien hollandais. Il découvre les véritables lois de la communication du mouvement, 152 *et suiv.* — Il fait disparoître les obstacles qui s'opposoient à ce que le pendule pût servir à mesurer le temps, 156. — Moyens qu'il emploie pour atteindre ce but, 157 *et suiv.* — Il résout le fameux problème du centre d'oscilla-

tion, 160. — Il détermine les lois qui maîtrisent la force centrifuge dans le mouvement circulaire, et fournit ainsi à Newton un moyen facile de démontrer la loi de la gravitation, 163 *et suiv.* — Huyghens contribue à perfectionner le télescope, 166. — Il découvre un des satellites de Saturne, 168 ; il imagine l'existence d'un anneau circulaire qui environne cette planète, et qu'il fait servir avec adresse à expliquer les bizarres apparences dont elle présente le spectacle, 167 *et suiv.* — On doit à Huyghens la découverte du micromètre, 169. — Il explique les phénomènes des couronnes et des parhélies, d'une manière plus complète et plus satisfaisante qu'on n'avoit fait avant lui, 171 *et suiv.* — Il parvient à construire un baromètre d'après l'idée de Descartes, et en imagine un autre qui est connu sous le nom de *baromètre double*, 174. — Description de cet instrument, 175.

Hygromètre. En quoi consiste cet instrument et quel est son usage ? 129. — Description de l'hygromètre, inventé par les Académiciens de Florence, 251. — Quelle est l'origine de l'hygromètre et quelles sont les différentes sortes d'hygromètre qui ont été imaginées ? *ibid.*

I

Inertie. En quoi consiste l'inertie ? Quelles sont les lois de l'inertie, et à qui en doit-on la découverte? 4 *et suiv.*

Iris. Voyez arc-en-ciel.

J

Jans (Zacharie.) Lunettier de Middelbourg. On lui attribue l'invention du thermomètre, 31 *et suiv.*

K

Kepler. Il explique les phénomènes de la vision, 55 *et suiv.* — Il découvre, à l'aide de la théorie, le télescope à deux verres convexes, 60. — Il établit le mouvement elliptique des planètes, fait voir qu'elles décrivent des aires proportionnelles aux temps, et que les temps de leurs révolutions périodiques sont comme les racines carrées des cubes des diamètres de leurs orbes, 63 *et suiv.* — Erreurs de Kepler sur l'origine des comètes, et sur l'espèce du mouvement qui les anime, 65. — Il a été sur le point de découvrir l'attraction et la loi qui la maîtrise, 66. — Grandes vues de Kepler sur la cause de plusieurs importans phénomènes, 67. — Parallèle entre Kepler, Galilée et Descartes, 67 *et suiv.*

Kirker. Il découvre la lanterne magique, 111. — Il prouve, par expérience, la possibilité des miroirs brûlans d'Archimède, contre l'opinion de Descartes, 112. — Il fonde, sur des expériences ingénieuses, l'explication du phénomène de la déclinaison de l'aimant, 113. — Fait servir la réfraction de la lumière à déterminer le rapport des pesanteurs spécifiques des liquides, 115, — et imagine diverses horloges qui attestent sa sagacité, 115.

L

Lana (François), Physicien italien du dix-septième siècle. Il imagine une machine aérostatique, 245. *et suiv.* — Examen des fondemens sur lesquels repose sa construction, *ibid.*

Légèreté positive (la) est une chimère dAristote, détruite par Galilée, 43.

Leroi (Julien). Il imagine un moyen pour donner au pendule une longueur constante, 161.

Lumière (la). Se meut-elle dans un temps successif ou avec une vitesse momentanée? Galilée propose un moyen que les Académiciens de Florence emploient sans succès pour résoudre cette question, 274. — Descartes pense que la vitesse de la

lumière est instantanée, 16. — Roëmer démontre, par des observations exactes, que la lumière emploie un temps fini pour venir du soleil jusqu'à nous, 201 *et suiv.*

Lapprey (Jean). On lui fait partager avec Zacharie Jans, l'honneur de la découverte du télescope, 31.

M

Machine pneumatique. Description de cette machine telle qu'elle a été d'abord imaginée, 97 *et suiv.* — Obstacles que l'inventeur a à surmonter pour lui faire produire l'effet auquel il la destine, 99. — Comment est-on parvenu à perfectionner cet instrument? 135.

Mariotte. Il imagine une machine pour rendre sensibles les lois de la communication du mouvement, 190. — Il fait voir, par expérience, que la résistance de l'air produit la différence des vitesses qui animent les corps tombans sur la surface de la terre, 192. — Il démontre que l'espace occupé par une quantité d'air déterminée est réciproque à sa force élastique, 195. — Expérience qui prouve que l'air pris dans les couches inférieures de l'atmosphère peut se dilater au point d'occuper un espace 4000 fois plus grand, 194. — Expérience qui démontre que l'air perd son état

élastique lorsqu'il est absorbé par l'eau, 197. — Méthode imaginée par Mariotte pour déterminer la hauteur de l'atmosphère, 269 *et suiv.* — Loi des vîtesses des écoulemens des liquides, saisie et mise en usage par Mariotte, 198. — Que doit-on penser des expériences de Mariotte sur la vision et sur les couleurs? 199.

Mersenne (le père). On lui doit la première idée du télescope à réflexion, 90.

Metius (Jacques). Descartes lui attribue la découverte du télescope, 30.

Micromètre. Il est inventé par Huyghens, 169. — Auzout le conduit au plus haut degré de perfection, 199.

Microscope. Histoire de cet instrument, 33 *et suiv.*

Morin. Ce qu'on doit penser de ce Physicien français, 238.

Morland (le chevalier de). Il perfectionne le porte-voix, 241. Il invente le baromètre incliné, *ibid.*

Mouvement (lois du), découvertes par Descartes, 4 *et suiv.* — Galilée découvre celles du mouvement accéléré, tel qu'il nous est offert par la nature, 45 *et suiv.*

O

Observatoire. Histoire de l'Observatoire de Paris, 186.

Oscillation. *Voyez* centre d'oscillation.

Otto de Guerike. Il invente la machine pneumatique, 97 *et suiv.* — Description de cet instrument tel qu'il sortit des mains de son auteur, et des obstacles qu'il trouva dans son exécution, 98 *et suiv.* — Invention des hémisphères de Magdebourg. Expériences curieuses qu'Otto de Guerike fait à l'aide de cet instrument, 100 *et suiv.* — Expériences qui rendent sensibles la pesanteur et l'élasticité de l'air, 102. — Conséquences qu'Otto de Guerike déduit de ces expériences pour connoître la constitution de l'atmosphère, *ibid.* — Expériences pour apprécier l'influence de l'air sur les phénomènes du son, de la respiration et de la combustion, 103 *et suiv.* — Expérience remarquable par laquelle Otto de Guerike démontre qu'il y a absorption d'air dans toute combustion, 104 *et suiv.*—Description du baromètre et du thermomètre qu'Otto de Guerike imagina, et qu'il faisoit servir à son usage, 105 *et suiv.* — Description de la machine électrique, inventée par Otto de Guerike. Il reconnoît la répulsion électrique qui avoit échappé à Gilbert quoiqu'elle fût connue des Physiciens de la plus haute anti-

quité, 108. — Le bruit et la lumière électrique ne sont point étrangers à Otto de Guerike, 109.

P

Parhélies. L'explication de ce phénomène est due à Huyghens, 172.

Pascal (Blaise), Physicien français. Il s'empare du tube de Torricelli; varie les expériences en employant des liquides de différente densité, et obtient d'heureux résultats, 75 *et suiv.* — Le premier, il a l'idée de faire servir le tube de Torricelli à mesurer les hauteurs des montagnes, et à déterminer les variations qu'éprouve la pression de l'atmosphère, 76 *et suiv.* — Pascal rend sensible la loi de pression qui maîtrise les fluides, 80. — Expérience qu'il fait à ce sujet, *ibid.* — Pascal déduit de cette loi toutes les propriétés de l'équilibre des fluides, 81 *et suiv.* — Moyen ingénieux pour déterminer les conditions d'équilibre d'un solide avec un liquide dans lequel il est immergé, 183.

Pendule. Application du pendule aux horloges, 156 *et suiv.*

Perrier. Il répète sur la montagne du Puy-de-Dôme l'expérience de Torricelli, 76 *et suiv.* — Résultat qu'il obtient, *ibid.*

Pesanteur. Erreurs de Descartes sur la cause de la pesanteur, 12. — Idées saines de Kepler à ce sujet, 66 *et suiv.* — Celles de Hook sont plus étendues et plus exactes, 178.

Pesanteur spécifique. Exposition des différentes méthodes imaginées pour déterminer les pesanteurs spécifiques des liquides. Méthode de Kirker, 243. — Celle des Physiciens de Florence, 132. — Celle de Boyle, 143 *et suiv.*

Petit (Pierre), Physicien français. Il prouve, par expérience, la loi de la réfraction de la lumière, 92.

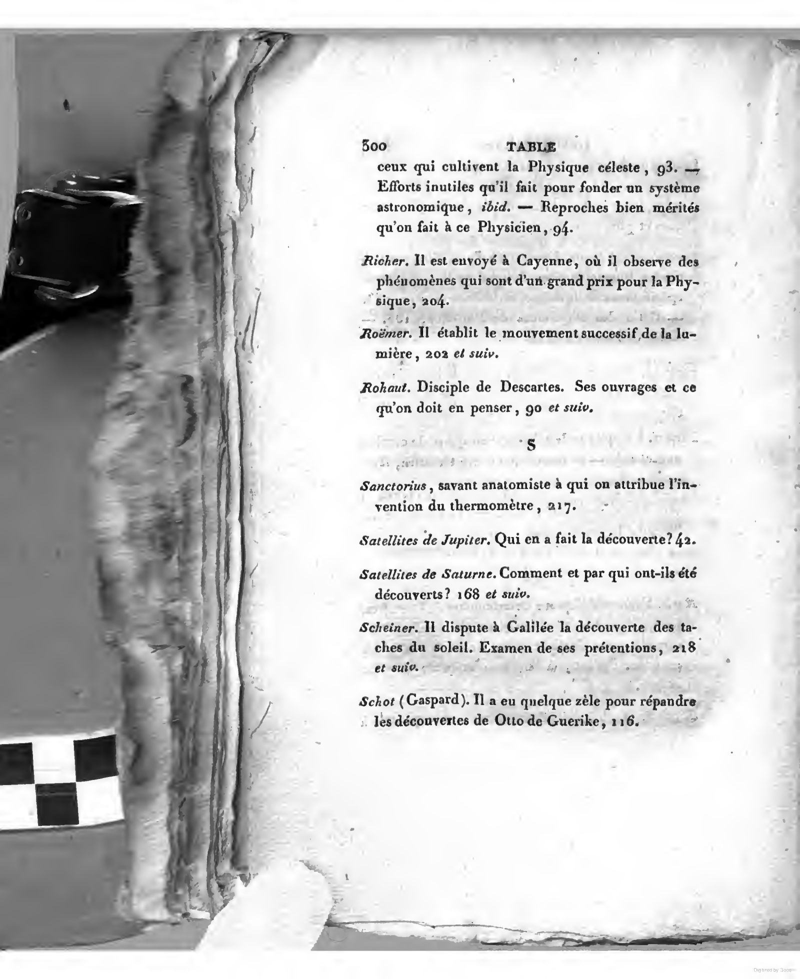
Picard. Il applique le télescope au quart de cercle, 200 *et suiv.* — Il mesure un degré terrestre, *ibid.*

Porte-voix. L'invention de cet instrument date de la plus haute antiquité, 114. — Le chevalier de Morland le perfectionne, 241.

R

Regis. Fameux défenseur de la doctrine de Descartes. Ce qu'il a fait pour la Physique, 205. — Sa querelle avec Mallebranche, sur la différente grandeur des astres à l'horizon et au zénith, 205 *et suiv.*

Riccioli. On lui doit l'Almageste, ouvrage utile à



ceux qui cultivent la Physique céleste, 93. — Efforts inutiles qu'il fait pour fonder un système astronomique, *ibid.* — Reproches bien mérités qu'on fait à ce Physicien, 94.

Richer. Il est envoyé à Cayenne, où il observe des phénomènes qui sont d'un grand prix pour la Physique, 204.

Roëmer. Il établit le mouvement successif de la lumière, 202 *et suiv.*

Rohaut. Disciple de Descartes. Ses ouvrages et ce qu'on doit en penser, 90 *et suiv.*

S

Sanctorius, savant anatomiste à qui on attribue l'invention du thermomètre, 217.

Satellites de Jupiter. Qui en a fait la découverte? 42.

Satellites de Saturne. Comment et par qui ont-ils été découverts? 168 *et suiv.*

Scheiner. Il dispute à Galilée la découverte des taches du soleil. Examen de ses prétentions, 218 *et suiv.*

Schot (Gaspard). Il a eu quelque zèle pour répandre les découvertes de Otto de Guerike, 116.

Snellius. On lui doit la découverte de la loi de la réfraction, et la première mesure exacte de la terre, 28 *et suiv.*

Solides. Théorie de la résistance des solides, 224.

Sturmius, Physicien allemand. Ce qu'il a fait pour l'avancement de la Physique, 116.

T

Télescope. Découverte du télescope à deux verres concaves, 30 *et suiv.* — Découverte du télescope à deux verres convexes, 60. — Découverte du télescope à trois verres convexes, 61. — Découverte du télescope *binocle*, 231 *et suiv.* — A qui est due la première idée du télescope à réflexion? 90 *et suiv.* — Explication des effets que produit le télescope, 229 *et suiv.*

Terre (Mesure de la). Travaux de Picard à ce sujet, 200 *et suiv.*

Thermomètre. Origine du thermomètre, 36. — Sur quoi est fondée l'invention de cet instrument, 37. — A qui est due la gloire de la découverte, 38 *et suiv.* Différentes espèces de thermomètres, 217, 106, 128.

Torricelli. Belle expérience qu'il fait avec un tube



plein de mercure, 72. — Elle conduit à la découverte de la pesanteur de l'air, *ibid.* — On doit à Torricelli d'avoir trouvé le premier la loi des vitesses des écoulemens des liquides, 74.

Tourbillons de Descartes. Leur examen, 8 *et suiv.*

Tubes capillaires. Ils n'étoient point connus de Pascal, *ibid.* — Qui en a fait la découverte? 249.

V

Vénus. Le spectacle de ses phases confirme l'hypothèse du mouvement de la terre, 40 *et suiv.*

Verres hyperboliques. On a fait d'inutiles efforts pour en construire, et quand même on auroit réussi, il n'en seroit résulté aucun avantage pour les progrès de la science, 22.

W

Wall. Ses découvertes électriques, 182.

Wallis. On lui doit la découverte des lois de la communication du mouvement, 151. — Il a fait de nombreuses observations sur divers météores, 260 *et suiv.*

Wren. Il découvre les lois de la communication du mouvement, 182. — On lui attribue plusieurs autres découvertes, 183.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES DU TOME SECOND.



Mais il me semble que cette direction présente un fait plus direct et plus positif, indépendant de toute considération des méridiens et des parallèles : *C'est qu'en général la direction des chaînes est dans le sens de la plus grande dimension des îles, presqu'îles ou continents, qui les renferment.* Ce fait, je puis dire ce principe, me paraît fondé dans la nature même des choses. En effet, à partir des bords de la mer, le sol des masses de terre s'élève graduellement en avançant vers l'intérieur : par conséquent, si la masse est alongée, on aura deux grands plans de pente qui se réuniront par leur partie supérieure en une ligne ou faîte dirigé dans le sens de la plus grande longueur. L'élévation du sol, il est vrai, pourra être d'un des deux côtés, en tout ou en partie, plus grande que de l'autre : il en résultera alors qu'un versant sera plus incliné que l'autre, et que le faîte présentera des inflexions et des sinuosités ; mais il sera toujours, dans son ensemble, parallèle à la longueur de l'île, et il sera, toutes choses égales d'ailleurs, d'autant plus long, que la longueur de l'île sera plus grande par rapport à sa largeur. Si les deux dimensions étaient égales, et si par conséquent l'île approchait de la forme circulaire, la masse du terrain présenterait une figure conique plus ou moins tronquée, et le faîte pourrait n'être qu'un point. Ce fait se voit effectivement dans

